

Aus dem Anatomischen Institut der Universität München

Direktor: Prof. Dr. H. Frick

KEPHALOMETRISCHE UND
RÖNTGENKRANIOMETRISCHE MESSUNGEN
DER SCHÄDELBASIS DES MENSCHEN

(mit 22 Abbildungen)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin

verfaßt und

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hans Seeholzer

aus Erding

München 1973

Aus dem Anatomischen Institut der Universität München

Direktor: Prof. Dr. H. Frick

**KEPHALOMETRISCHE UND
RÖNTGENKRANIOMETRISCHE MESSUNGEN
DER SCHÄDELBASIS DES MENSCHEN**

(mit 22 Abbildungen)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin

verfaßt und

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hans Seeholzer

aus Erding

München 1973



Dekan: Prof. Dr. W. Spann
Referent: Prof. Dr. E. Chr. Dingler
Correferent: Prof. Dr. H. Frick

Tag der mündlichen Prüfung:

31. Juli 1973

In Dankbarkeit

meinen Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS:

Einleitung	Seite 1
Fragestellung	Seite 2
Methodik	Seite 3
a) anthropologische Maße	Seite 3
b) röntgenologische Untersuchungs- suchungspunkte	Seite 4
c) Winkelmessungen	Seite 5
d) Aufnahmetechnik und technische Daten	Seite 6
e) Art und Zahl des Kollektivs	Seite 7
Die Errichtung von Koordinaten- systemen im Schädelinnern	Seite 9
Technische und mathematische Auswertung	Seite 11
Meßergebnisse und deren Diskussion	Seite 13
a) Winkelmeßergebnisse mit Angaben zur vereinfachten Röntgendarstellung der Canales und Foramina:	Seite 13
b) Vergleich der beiden Koordinatensysteme	Seite 17
c) Mittelwerte und Standard- abweichungen sämtlicher röntgenologischer Meßpunkte und deren Projektion auf die Schädeloberfläche	Seite 17
d) Ergebnis der Gruppenunter- suchungen	Seite 19
Zusammenfassung	Seite 20
Literaturverzeichnis	Seite 23
Verzeichnis der Abbildungen	Seite 26
Verzeichnis der Tabellen	Seite 44

1. Einleitung

Auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik des Schädels gewinnt die Standardisierung der Aufnahmetechnik für praktische röntgenologische Fragen, etwa zur Aufklärung von Frakturen und pathologischen Prozessen, immer mehr an Bedeutung. Zugleich suchen klinisch tätige Radiologen nach neuen Methoden der vereinfachten Röntgendarstellung von Einzelheiten der Schädelbasis. Hierbei zeigte sich, daß für eine gezielte Darstellung dieser Einzelheiten die metrische Erfassung von Punkten an der inneren und äusseren Schädelbasis und deren Lagebeziehung zur Oberfläche unerlässlich ist.

Über derartige Messungen und Lagebeziehungen von Punkten an der Schädelbasis, besonders an der inneren Schädelbasis, finden sich in der Literatur nur ungenaue und sehr unvollständige Angaben. Anschauliches, maßstabgetreues Bildmaterial ist nur von einzelnen Schädeln und für wenige Punkte vorhanden (MARTIN und SALLER (1959)), exakte metrische Angaben von Einzelheiten der inneren Schädelbasis fehlen völlig.

Die Untersuchungen von BERGERHOFF (1955) an frontalen, saggitalen und submento- verticalen Röntgen-übersichtsbildern von Schädelbasen aus sämtlichen Altersklassen bezogen sich bisher vorwiegend auf Form und Grösse der Sella turcica, auf Wachstum und Bauplan des Schädels im Röntgenbild, und auf Strecken und Winkelmessungen an von MARTIN und SALLER anthropologisch definierten Meßstrecken des menschlichen Schädels.

BERGERHOFF legte seinen Meßverfahren hauptsächlich Winkelmaße zugrunde, um Projektionsfehler von Streckenmaßen in den aus unterschiedlichen Entfernungen aufgenommenen Röntgenbildern auszuschalten. Die von BERGERHOFF und ERNST (1952) angegebenen Längenmaße stellen daher keine absoluten, sondern nur relative Maßgrößen dar.

Die Kieferorthopäden BRODIE (1956), KORKHAUS (1956), MOORREES (1956) und BROADBENT (1956) versuchten auf Fernröntgenbildern eine Beziehung von Meßstrecken des Gesichtsschädels und Punkten der inneren und äusseren Schädelbasis zu finden. Da ihr Untersuchungskollektiv aus Individuen sämtlicher Altersklassen bestand, befaßten sie sich ebenfalls hauptsächlich mit relativen Maßgrößen.

Nur TAHALELE (1967) befaßte sich mit absoluten Streckenmessungen, um die Frage nach dem Verlauf der Felsenbeipyramide am Lebenden zu klären. Er veröffentlichte absolute Maße zur Berechnung und Orientierung der Innenohrlängsachse. Daraus leitete TAHALELE ein vereinfachtes Verfahren zur gezielten röntgenologischen Darstellung des Labyrinths ab.

2. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es:

- a) Die Errichtung eines Koordinatensystems im Schädelinnern zu diskutieren.
- b) Durch dieses Koordinatensystem markante Punkte der inneren und äußeren Schädelbasis metrisch zu erfassen.
- c) Punkte der inneren Schädelbasis auf die Oberfläche zu projizieren.

- d) Orientierungslinien und Ebenen auf ihre Variabilität zu untersuchen.
- e) Die Lage und Verlaufsrichtung von einigen Kanälen in der Schädelbasis festzulegen, um
- f) eine vereinfachte Röntgendarstellung von einigen Einzelheiten der Schädelbasis zu ermöglichen.
- g) Die Lagebeziehung der Felsenbeinspitze zur Fossa articularis des Kiefergelenks aufzuklären.

3. Methodik

Bei 72 mazerierten Schädelbasen wurden zuerst jeweils 15 kephalometrische Messungen vorgenommen. Bei der Wahl der Messpunkte und Maße am menschlichen Schädel wurden die von MARTIN und SALLER (1959) definierten Meßpunkte berücksichtigt. Im einzelnen handelt es sich um folgende Bestimmungen:

a) Anthropologische Maße:

1. Glabellarlänge, als Abstand zwischen Glabella und vorspringensten Punkt der Protuberantia occip. externa, (MARTIN und SALLER) gemessen mit einem anthropologischen Tastzirkel.
2. Schädelbreite zwischen den lateralsten Punkten des Schädeldaches.
3. Glabello - Lambda - Länge
4. Foramen magnum Breite
5. Foramen magnum Länge
6. Nasion - Prosthion - Abstand
7. Mastoidealbreite als Distanz zwischen den tiefsten Punkten der Processus mastoidei.
8. Biauricularbreite
9. Zygionabstand

10. Abstand der höchsten Punkte der Fossa mandibularis.
11. Stylomastoidealbreite, als Abstand zwischen den beiden For. stylomastoidea.
12. Abstand zwischen den Mesialrändern der Foramina ovalia.
13. Abstand zwischen den Mesialrändern der Canales carotici.
14. Breite zwischen den inneren Augenhöhlenrändern.
15. Breite zwischen den äußeren Augenhöhlenrändern.

Die Markierung der Schädel für die röntgenologischen Untersuchungen wurde, um Zeit und Material zu sparen, stets nur auf eine Schädelhälfte beschränkt. Da die Frankfurter Horizontale, eine Linie durch das linke Orbitale und das Porion des linken äußeren Gehörganges, ursprünglich also auf das linke Orbitale bezogen ist, und diese Orientierungslinie in dieser Arbeit auf ihre Variabilität untersucht werden sollte, wurden alle folgenden Punkte, wie unten beschrieben, an der linken Schädelhälfte markiert.

b) Röntgenologische Untersuchungspunkte am menschlichen Schädel: (siehe Abb. 1)

- a) Canalis opticus
- b) Spina nasalis anterior
- c) Canalis rotundus
- d) Foramen ovale
- e) Foramen spinosum
- f) Lingula petrosa
- g) Canalis caroticus
- h) Processus mastoideus
- i) Foramen stylomastoideum
- j) Foramen jugulare

- k) Canalis hypoglossi
- l) Basion
- m) Opisthion
- n) Bolton point
- o) Porus acusticus externus
- p) Nasion
- q) Fossa mandibularis
- r) Orbitale

c) Am Röntgenbild wurden zusätzlich noch folgende Winkel gemessen:

1. Längsachsenrichtung des Canalis opticus zur Ohr-Nasionebene. (ONE)
2. Längsachsenverlauf des Canalis opticus zur Mediansaggitalebene.
3. Längsachsenverlauf des Canalis rotundus zur Ohr-Nasionebene.
4. Längsachsenverlauf des Canalis rotundus zur Mediansaggitalebene.
5. Richtung des Foramen ovale zur ONE.
6. Schnittwinkel von Boltonebene* (Verbindung vom höchsten Punkt der Fossa retrocondylaris und Nasion) und Frankfurter Horizontale (FH).
7. Winkel zwischen der Verbindungslinie: Lingula petrosa-Fossa mandibularis und der Frankfurter Horizontalen.
8. Schnittwinkel von FH und ONE.
9. Schnittwinkel von ONE und Boltonebene.

Abweichend von SALLER (1959) wurde das Nasion nicht als Schnittpunkt der Sutura nasofrontalis und Sutura nasomaxillaris bezeichnet, sondern unter Berücksichtigung der Identifizierungsmöglichkeiten am Röntgenbild der dorsalste Punkt der Nasenwurzel. (Beide Punkte weichen bei etwa 11% von 71 untersuchten Schädeln voneinander ab).

* erwähnt bei JACOBSON und MOORREES

d) Aufnahmetechnik und technische Daten:

Sämtliche oben genannte Punkte wurden mit Bleikugeln, die einen mittleren Durchmesser von 0,8 mm haben, markiert. Die Kanäle wurden mit Bleikugeln aufgefüllt und an den Öffnungen durch Klebstoff verschlossen. Linien und Fissuren wurden durch aneinandergereihte Bleikugeln gekennzeichnet; die Sella turcica wurde mit einer dicken Schicht von Micropaque-Röntgenkontrastbrei bestrichen.

Die Abbildungen des Schädels durch Röntgenstrahlen unterliegen den Gesetzen der Zentralprojektion. Alle Teile des Schädels werden deshalb je nach dem Abstand des Röhrenbrennfleckes und nach ihrem eigenen Abstand vom Film mehr oder minder stark vergrößert abgebildet. Wegen dieser geometrischen unterschiedlichen Vergrößerung sind reine Streckenmessungen am Röntgenbild nur dann brauchbar, wenn Größe und Abstand des abgebildeten Objektes von der Filmebene und der Brennfleck - Filmabstand genau bekannt sind. Deshalb wurde ein Kubuskraniophor (Abb. 2) entwickelt, der es ermöglichte, das gesamte Untersuchungskollektiv unter gleichen Aufnahmebedingungen röntgenologisch darzustellen: 2 Metallzapfen werden in die äußeren Gehörgänge gesetzt, sie halten den Schädel drehbar; eine Nadel im Nasion fixiert ihn in der Ohr-Nasionebene. Die beiden Metallzapfen wurden zur einwandfreien Identifizierung der beiden Pori acustici externi im Querschnitt ringförmig und ringförmig mit Kante modifiziert. Die aus Polyacrylat angefertigten Teile des Gerätes ergaben nur eine geringe Röntgenabsorption.

Um bei den Punktmessungen und Punktabständen geometrisch unterschiedliche Vergrößerungen auszuschalten, wurde ein Film-Fokusabstand von 6 Metern gewählt; dieser Abstand gewährleistet annähernd parallele Röntgenstrahlen und damit einen Projektionsfehler von kleiner als 2 %! Für den außergewöhnlich großen Film-Fokusabstand war jedoch kein justierter Bucky-Tisch in den Münchner Röntgeninstituten vorhanden. Der Kubuskraniophor wurde deshalb auf einem Kamerastativ befestigt, und vor jeder Aufnahme-reihe mit Eichröntgenaufnahmen genau einnivelliert.

Technische Daten zur Einstellung des Röntgen-gerätes:

FFA = Film-Fokusabstand : 6 m

Film: Du Pont, Cronex

Belichtung: 300 mA

80 kV

75 mAs

Röntgengerät: Siemens, Tridorus 4, 6 Ventiler

Der Zentralstrahl wurde bei seitlicher Aufnahme auf den Porus acusticus externus, bei der Axialaufnahme auf den Schnittpunkt der Mediansagittalebene mit der Interporusebene zentriert. Die Röntgenaufnahmen wurden unter Berücksichtigung der projektorischen geometrischen Gegebenheiten erstellt, korrigiert und ausgewertet.

e) Art und Zahl des Kollektivs:

Für die statistische Auswertung wurden von 71 anthropologisch vermessenen Schädelbasen 51 für röntgenologische Messungen ausgewählt. Da bei meinen Untersuchungen nicht Wachstumsprozesse, sondern Proportionsunterschiede,

die zwischen Erwachsenen bestehen, ermittelt werden sollten, wurden nur adulte, mature und senile Schädel ausgewählt.

Von einer geschlechtsgebundenen Differenzierung wurde aus technischen Gründen abgesehen.

Das Untersuchungsmaterial stellte keine rein zufällige Stichprobe aus einer normal verteilten Grundgesamtheit dar, da äußerst extreme Lang- oder Kurzschädel ausgesondert wurden. Infolgedessen können aus den Ergebnissen nur Schlüsse auf die normal gestaltete Grundgesamtheit brachycephaler Schädel gezogen werden.

Nach kritischer Durchsicht wurde für das vorliegende Untersuchungsmaterial eine Aufgliederung nach anthropologischen Gesichtspunkten vorgenommen. Es wurden zwei Hauptunterteilungen getroffen: Die Unterteilung in Indices und nach absoluten Maßen. Bei den Indices wurden aus dem Verhältnis der Abstände von peripher gelegenen Punkten an der Schädelbasis zu den Abständen von zentral gelegenen Meßpunkten gebildet. Durch diese Unterteilung ergaben sich folgende 12 Untersuchungsreihen:

- Reihe 1 : 16 Schädel mit dem Längen-Breitenindex
 $I = 85,0 \left(\pm 2 \right)$
- Reihe 2 : 8 Schädel, mit Übereinstimmung in
absoluten Längen und Breitenmaßen
aus Reihe 1
- Reihe 3 : 17 Schädel, mit dem LB-Index
 $I = 73,5 \left(\pm 2 \right)$
- Reihe 4 : 8 Schädel mit Übereinstimmung in
absoluten Längen und Breitenmaßen
aus Reihe 3
- Reihe 5 : 12 Schädel, ausgewählt nach dem Index,
aus anthropologischem Maß 11 und 12
 $I = 2,0 \left(\pm 0,2 \right)$ (siehe Seite 3)

- Reihe 6 : 9 Schädel mit Übereinstimmung in absoluten Maßen aus Reihe 5.
- Reihe 7 : 21 Schädel, ausgewählt nach dem Index aus anthropologischem Maß 11 und 12
 $I = 1,8 \left(\pm 0,2 \right)$
- Reihe 8 : 12 Schädel mit Übereinstimmung in absoluten Maßen aus Reihe 7.
- Reihe 9 : 13 Schädel, ausgewählt nach dem Index aus anthropologischem Maß 10 und 14
 $I = 4,6 \left(\pm 0,2 \right).$
- Reihe 10 : 10 Schädel, mit Übereinstimmung in absoluten Maßen aus Reihe 9.
- Reihe 11 : 11 Schädel, ausgewählt nach dem Index aus anthropologischem Maß 10 und 14
 $I = 5,1 \left(\pm 0,2 \right).$
- Reihe 12 : 12 Schädel, mit Übereinstimmung in absoluten Maßen aus Reihe 9 und 11.

4. Die Errichtung von Koordinatensystemen im Schädelinnern

Für eine metrische Erfassung von mehreren Meßpunkten innerhalb eines sphärischen Gebildes war die Errichtung eines Koordinatensystems unerlässlich. Das größte Problem bei der Errichtung eines Koordinatensystems war die Wahl eines geeigneten Nullpunktes im Schädelinnern. Da nach KUMMER (1951) kein Fixpunkt im Schädelinnern zu eruieren ist, wurde nach einem relativ konstanten Punkt gesucht. Aus entwicklungsge-schichtlichen Erwägungen heraus bot sich die Sella turcica als einer der konstantesten Punkte im Schädelinneren an. Die Sella turcica wird deshalb in der Kieferorthopädie und auch in der Radiologie als Ausgangspunkt für Winkel- und Streckenmessungen benutzt.

Doch auch im Bereich der Sella turcica selbst verwendeten die verschiedenen Untersucher unterschiedliche Fixpunkte:

Der finnische Kieferorthopäde BRODIE (1967) sucht bei der Lateralaufnahme an der Sella den Übergang der Radioluzenz zur Kompactaschicht, ergänzt den basalen Teil des dadurch gekennzeichneten bogenförmigen Sellabodens zu einem Kreis, und nimmt den Mittelpunkt dieses Kreises als Ausgangspunkt für seine Schädelvermessungen. (Abb. 3). Der deutsche Kieferorthopäde KORKHAUS benützt dagegen den Eingangsmittelpunkt der Sella für seine Messungen. Von amerikanischen Forschern, besonders von BROADBENT * (Abb. 4), wird der Mittelpunkt zwischen S (= Sellamitte) und dem Lot auf die Boltonebene (Verbindung von Nasion und Bolton point = höchster Punkt der Fossa retro-condylaris) als konstantester Punkt im Schädelinneren während des Wachstums angegeben.

BERGERHOFF benützte als Ausgangspunkt für seine Winkel- und Streckenmessungen den Übergang der Basis der vorderen Schädelgrube in die Sella und bezeichnet diesen Punkt "Tuberculum sellae".

Sämtliche oben genannte Praktiken wurden zur Festlegung eines Nullpunktes durchdiskutiert und kritisiert:

Die Methode nach BRODIE erschien nach geometrischen Untersuchungen von 15 vergrößerten Lateral-aufnahmen Lebender zu ungenau, da sich aus der Kurve der basalen Punkte der Sella bestenfalls ein kreisähnliches Gebilde mit zwei Mittelpunkten, meist aber der Beginn einer gedrungenen Spirale ergab.

* erwähnt bei JACOBSON und MOORREES

Die Methode nach KORKHAUS schied aus technischen Gründen aus: Bei etwa 60 % des Untersuchungsmaterials ist das Dorsum sellae stark beschädigt und damit für Messungen unbrauchbar.

Die Methode nach BROADBENT ist entwicklungsge-schichtlich gesehen recht eindrucksvoll, für praktische röntgenologische Messungen aber sicher-lich etwas umständlich. Seine Forschungsergeb-nisse zeigen aber sehr deutlich, daß der kon-stanteste Punkt der Schädelbasis sehr nahe am Grund der Sella turcica liegt.

Diese Überlegungen veranlaßten mich, neben dem von BERGERHOFF bezeichneten Punkt, dem Tuberculum sellae, einen neuen Fußpunkt an der Sella zu konstruieren und zu erproben: Den tiefsten Punkt der Sella. Eine Parallele zur Ohr-Nasionebene durch den tiefsten Punkt des Sellagrundes legt die x, z-Ebene und der Tangentialpunkt mit der Sella den Nullpunkt des Koordinatensystems I fest. (Abb. 5). Das Lot durch den Nullpunkt in der Saggitalebene des Schädels bildet die y-Achse dieses Koordinatensystems.

Analog dazu wird das Koordinatensystem II festge-legt, nur daß als Nullpunkt der Schnittpunkt des Tuberculum sellae mit der Saggitalebene ange-wandt wird. (Abb. 6).

5. Technische und mathematische Auswertung

Die Vermessungspunkte wurden zum Teil von den Frontal- und Axialaufnahmen auf Zelluloseacetat-papier durchgezeichnet und in die oben bezeichneten Koordinatensysteme eingeordnet.

Auf diesen Bögen wurden sämtliche Winkel und Mittelpunkte der Vermessungspunkte bestimmt, und auf 1 mm bzw. 1° genau gemessen. Die Koordinaten der Meßpunkte wurden auf 900 Lochkarten gespeichert und per Computer im Institut für Strahlenforschung in München ausgewertet. Die statistische Beratung und die Aufstellung der Programme übernahmen freundlicherweise Dipl.-Ing. Pöpl und Dipl.-Ing. Drexler, denen ich hierfür meinen herzlichen Dank aussprechen möchte.

Grundgedanke der mathematischen Auswertung war, zunächst mit Hilfe von Methoden der Fehlerrechnung die Genauigkeit der beiden Koordinatensysteme zu vergleichen. Hierzu war es notwendig, eine Berechnung über die Standardabweichungen sämtlicher Meßpunkte anzustellen.

Die Koordinaten sämtlicher Meßpunkte wurden zuerst am Koordinatensystem I erfaßt und durch eine Koordinatentransformation in das Koordinatensystem II umgewandelt. Alle Rechengänge wurden für beide Koordinatensysteme getrennt durchgerechnet. Das Koordinatensystem mit der geringsten durchschnittlichen Standardabweichung sämtlicher Meßpunkte wurde als Grundlage für weitere Berechnungen genommen. Dies war das System mit dem tiefsten Punkt der Sella als Nullpunkt.

Es stand natürlich die Frage offen, ob es möglich sei, das Untersuchungskollektiv in Gruppen mit möglichst großer Übereinstimmung in den Meßpunktkoordinaten einzuteilen, um diese Gruppen dann auf ihre Ähnlichkeit in den anthropologischen Maßen zu untersuchen. Man hätte hierzu eine Klusteranalyse (FREUDENBERG (1962)) durchrechnen müssen, bei der man in diesem Falle nach einer Anhäufung von Koordinaten in einem 54 dimensional Gebilde gesucht hätte.

Ein Komputerprogramm für ein solches divisives oder agglomeratives Verfahren war aber im gesamten süddeutschen Raum nicht zu beschaffen, so daß der umgekehrte Weg eingeschlagen werden mußte: Die nach anthropologischen Indices und absoluten Maßen eingeteilten Untersuchungsreihen (siehe Seite 8 und 9) wurden getrennt untersucht und berechnet.

Aus den Meßdaten der Winkelmessungen wurden nur Mittelwerte und Standardabweichungen des gesamten Kollektivs berechnet.

6. Meßergebnisse und deren Diskussion

a) Winkelmessungen:

Der Verlauf der Längsachse konnte zum Teil durch zwei Winkelmessungen genau bestimmt werden: Der Winkel α gibt die Neigung zur ONE, der in der Tabelle als β bezeichnete Winkel die Richtung zur Mediansaggitalebene an.

Die graphischen Darstellungen Abb. 7 und 8 zeigen den Verlauf des Canalis opticus und seine Lage zum tiefsten Punkt der Orbita in zwei Ebenen:

In Abb. 9 und 10 sind die Verteilungskurven der beiden Längsachsenrichtungen der Canales optici dargestellt. Diese Längsachse verläuft vom Mittelpunkt des Canalis opticus in Richtung auf den Halbierungspunkt von Ektokonchion und Orbitale. (Abb. 11). (Das Ektokonchion ist nach der Definition von MARTIN und SALLER "derjenige Punkt an der Umschlagfalte des lateralen Orbitarandes, an welchem die mit dem Oberrand der Augenhöhle parallel laufende Querachse auf jenen Rand trifft".)

Der Canalis opticus ist also nur dann genau im Querschnitt erkennbar, wenn die Richtung des Zentralstrahls parallel zu seiner Längsachse verläuft. Damit ergibt sich für eine gezielte röntgenologische Darstellung des Canalis opticus im Querschnitt folgende Einstellungstechnik:

Ausgangsbedingung ist die Orientierung des Schädels in einer Neigung zur Ohr-Nasion Ebene von 41° . Diese Neigung entspricht der Längsachsenneigung des Canalis opticus. Nun ziele man den horizontalen und zur Mediansagittalebene parallelen Zentralstrahl auf den an der Oberfläche gelegenen Halbierungs- punkt von Orbitale und Ektokonchion. Von diesem Punkt aus führe man nun noch eine horizontale Schwenkung des Zielstrahls um 42° nach medial aus, um den Zielstrahl parallel zur Opticuslängsachse zu richten. Die den Canalis opticus betreffenden Winkel stimmen in etwa mit den von NICOLIC (1970) gefundenen Werten überein. NICOLIC untersuchte in der Klinik für Radiologie in Zagreb an 200 mazerierten Schädeln und bei 100 Patienten den Verlauf des Canalis opticus. Die mazerierten Schädel wurden direkt, die Patienten nach der Methode nach RHESEU (1970) untersucht. NICOLIC beschreibt in seinen Ausführungen allerdings nicht die Methode seiner direkten Winkelbestimmungen am mazerierten Schädel. Da er ein viel größeres Kollektiv zur Verfügung hatte, sind seine statistischen Aussagen wohl zuverlässiger. Umsomehr können meine Befunde als Bestätigung gelten. Sie bestätigen außerdem die Genauigkeit meiner relativ einfachen Untersuchungsmethodik.

Die Richtung des Canalis rotundus weicht von der des Canalis opticus sehr stark ab (siehe Abb. 12 und 13 und Tabelle 1). In keinem einzigen Fall war eine einigermaßen genaue Übereinstimmung der Richtungen beider Kanäle festzustellen.

Somit ist eine gemeinsame Aufnahmerichtung zur röntgenologischen Erfassung beider Kanäle nicht gegeben. Abb. 12 und 13 zeigen die beiden Kanäle in ihrer gegenseitigen Beziehung bei Frontalaufnahme und Axialstellung. Die graphischen Darstellungen Abb. 14 und 15 zeigen die Verteilungskurven der Längsachsenrichtungen des Canalis rotundus in den beiden Aufnahmeebenen.

Aus diesen Ergebnissen konnte folgende Faustregel zur vereinfachten Röntgendarstellung des Canalis rotundus abgeleitet werden:

Ausgangspunkt ist eine Stelle etwa 1 cm medial des Orbitale und in gleicher Höhe mit diesem Punkt. Der Schädel muß bei der Aufnahme des Canalis rotundus in der Frankfurter Horizontalen orientiert sein, denn diese Orientierungsebene schneidet die Ohr-Nasionebene, ähnlich wie die Längsachse des Canalis rodundus bei frontaler Aufnahmestellung, unter einem Winkel von ungefähr 20 Grad. Eine horizontale Schwenkung des zur Mediansaggitralrichtung parallel gerichteten Zentralstrahls um 11 Grad nach medial ergibt dann die genaue Richtung der Längsachse des Canalis rotundus.

Foramen ovale und Foramen spinosum besitzen, wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, einen annähernd gleichen Längsachsenwinkel zur Ohr-Nasionebene. Die geeignete Aufnahmerichtung beträgt ziemlich genau 90 Grad zur Ohr-Nasionebene. Abb. 16 und 17 zeigen die Lage und Richtung der erwähnten Kanäle auf den seitlichen Schädel und auf den Gesichtschädel projiziert.

Die Winkelmessungen der Verbindungslinie zwischen Pyramidenspitze und dem höchsten Punkt der Fossa mandibularis zur Frankfurter Horizontalen (Abb. 18) ergaben einen Durchschnittswinkel von 93 Grad, mit einer Standardabweichung von $\pm 4,9$ Grad, und kommen somit den von KRIEG (1971) ermittelten Werten ziemlich nahe. Hierbei ist noch zu betonen, daß auf dem Röntgenbild das eigentliche Pyramidenende, die Lingula petrosa, nicht zu erkennen ist. Der oben genannte Meßwinkel mit der Lingula petrosa beträgt, wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, im Mittel 88 Grad, mit einer Standardabweichung von $\pm 15,4^{\circ}$.

Die Orientierungsebenen: Frankfurter Horizontale, Ohr-Nasionebene und die Boltonebene stehen in einem relativ konstanten Winkelverhältnis zueinander (Abb. 19). Die geringen Standardabweichungen der Winkel bestätigen eine gewisse Unabhängigkeit dieser Ebenen und Geraden von den Schädelformen und der Indexvariation in dem untersuchten Kollektiv. Der nur sehr kleine Winkel zwischen Boltonebene und Ohr-Nasionebene ($4,9^{\circ}$ Standardabweichung $\pm 1,5^{\circ}$) bekräftigt die Verwendung der Ohr-Nasionebene zur Einstellung von Schädeln für Meßfern-röntgenaufnahmen am Lebenden: Durch die Einstellung in der ONE ist der Schädel zugleich annähernd in der Richtung der Boltonebene, die ja die konstanteste Ebene während des Schädelwachstums darstellt (JACOBSON (1967)). Die Ohr-Nasionebene wird schon seit längerer Zeit zur Einstellung bei der Schichtuntersuchung des Keilbeinkörpers mit der Keilbeinhöhle verwendet (KRIEG), außerdem konnten KRIEG und TAHALELE (1957) nachweisen, daß der Mittelpfeiler der Cochlea des Innenohrs parallel zu dieser Ebene verläuft.

b) Ergebnisse des Vergleiches der beiden Koordinatensysteme:

Der Vergleich der beiden Koordinatensysteme ergab eine nur um 0,077 mm kleinere Standardabweichung beim Koordinatensystem I, so daß für das Koordinatensystem mit dem tiefsten Punkt der Sella turcica als Nullpunkt rechnerisch eine größere Genauigkeit vorliegt. Dieses Ergebnis hat aber einen nur sehr geringen Aussagewert, da der Unterschied von System I und II infolge seiner Geringfügigkeit außerhalb der Meßgenauigkeit liegt. Deshalb können beide Systeme als gleich gut bezeichnet werden. In den Bildern dieser Arbeit wurde deshalb das Koordinatensystem I beliebig zur Darstellung weiterer Zusammenhänge ausgewählt.

c) Mittelwerte und Standardabweichungen der röntgenologischen Meßpunkte

Abb. 20 und 21 zeigen die Mittelwerte und Standardabweichungen sämtlicher röntgenologischer Meßpunkte bei Axial- und Frontalaufnahme. Für diese Darstellung wurden die Koordinatenwerte aller 50 Schädel berücksichtigt. Die Streuungsellipsen der entfernt liegenden Punkte wurden durch hellen, die der nahegelegenen Punkte durch dunkleren Raster gekennzeichnet.

Abb. 20 zeigt deutlich die äußerst geringe Standardabweichungsrate des Canalis opticus und des Canalis rotundus und damit die Konstanz der Mittelpunkte dieser Kanäle an der Schädelbasis auf Frontalaufnahmen. Diesen Punkten folgen in der Konstanz der Lage das Nasion, das Orbitale und der Porus acusticus externus, also die Hauptorientierungspunkte am Schädel; ziemlich konstant verhält sich auch der Mittelpunkt des Foramen ovale, der Mittelpunkt des Canalis caroticus

an der äußeren Schädelbasis, der Eingangsmittelpunkt des Canalis hypoglossi, das Basion und das Opisthion. Eine relativ große Variabilität in der Lage zu meinem Koordinatensystem weisen besonders im y-Achsenbereich der Proc. mastoideus und entgegen der Erwartung auch der Bolton Point auf. Sehr starke Abweichungen im x-Achsenbereich zeigen der Mittelpunkt des Foramen jugulare, des Foramen spinosum und der höchste Punkt der Fossa mandibularis.

Interessant ist außerdem bei der Frontalaufnahme die Zusammenballung und teilweise Überlagerung von Meßpunkten im linken unteren Quadranten:

In einem Rechteck von 4 x 2 cm sind allein 8 Meßpunkte enthalten. Diese Konzentration von Einzelheiten auf engstem Raum ist wohl auch das Hauptproblem bei der Identifizierung der Öffnungen und deren diagnostische Auswertung am seitlichen Röntgenbild, also bei Frontalaufnahme.

Abb. 21 zeigt die röntgenologischen Meßpunkte bei Axialaufnahme. Besonders auffallend ist bei dieser Aufnahmeebene die große Standardabweichung des Porus acusticus externus in der z-Achse. Als mögliche Ursache für die sehr variable Länge des äußeren knöchernen Gehörganges könnte die erst postnatal einsetzende Ausbildung und Streckung des Anulus tympanicus zum Os tympanicum angenommen werden. Auch in der Stammesgeschichte variiert Form und Lage des Os tympanicum in hohem Maße. (STARCK 1953).

Interessant war ferner, daß die Verbindungslinie der Mittelwerte der Lingula petrosa, des Canalis caroticus-Einganges des Foramen stylomastoideum und des Processus mastoideus genau auf den tiefsten Punkt der Sella traf und außerdem die Winkelhalbierende zwischen x und z-Achse bildete. Bei der Suche nach Einzelheiten in der Schädelbasis am

axialen Röntgenbild kann das Einzeichnen dieser Winkelhalbierenden dem Radiologen das Auffinden der oben erwähnten Kanäle wesentlich erleichtern.

Abb. 22 zeigt die Lage der Mittelpunkte der verschiedenen Meßpunkte projiziert auf den seitlichen Schädel. Die meisten Punkte liegen im linken unteren Quadranten. Die Abb. 22 zeigt, nochmals deutlich, auf welch begrenztes Gebiet die Ausführgänge der wichtigsten Hirnnerven und Gefäße bei der Frontalaufnahmestellung übereinander projiziert werden. Die Begründung liefert die vergleichende Anatomie: Die meisten Öffnungen liegen im ältesten zentralen Bereich des Wirbeltierschädels im Bereich der ursprünglichen "Knochen-schiene" die das Stammhirn trägt, und schon bei niederen Wirbeltieren den Nerven des Hirnstammes Durchtritt gewährt. Die peripheren Teile der Schädelbasis sind in der Stammesgeschichte ein Neuerwerb und zeigen deshalb auch wohl stärkere Schwankungen der Meßwerte als der konservative zentrale Teil der Schädelbasis. (WIEDERSHEIM 1909).

d) Ergebnis der Gruppenuntersuchungen:

Die Untersuchungen der nach anthropologischen Indices und absoluten Maßen eingeteilten Gruppen ergaben folgendes Resultat: Die nach absoluten Maßen eingeteilten Gruppen zeigten deutlich eine geringere durchschnittliche Standardabweichungsrate als die nach Indices eingeteilten Reihen. Die geringste durchschnittliche Standardabweichung von nur $\pm 2,89$ mm zeigte die Reihe 10, welche nach absoluten Maßen des Abstandes der inneren Augenhöhlenränder und dem Abstand der höchsten Punkte der Fossa articularis eingeteilt war.

Der Aussagewert dieses Ergebnisses ist dennoch gering, da die kleine Standardabweichungsrate

évtl. auch auf die geringe Zahl der untersuchten Individuen dieser Reihe zurückzuführen ist.

Ein signifikantes Ergebnis aus diesen spekulativen Reihenuntersuchungen ist wohl erst bei der Untersuchung von größeren Reihen zu erwarten.

Zusammenfassung:

Aus 71 anthropologisch vermessenen menschlichen Schädelbasen, adulten, maturen und senilen Alters, wurden 51 Schädelbasen, hauptsächlich brachycephalen Typs, für röntgenologische Untersuchungen von Einzelheiten ausgewählt.

Mit einem neu entwickelten Kubuscraniophoren aus Kunststoff wurde eine einheitliche Aufnahme-position erreicht.

Ergebnisse:

1. Die Längsachsenrichtungen einiger Kanäle wurden bestimmt, und wie alle folgenden Ergebnisse zeigen, statistisch ausgewertet:

Der Längsachsenwinkel des Canalis opticus zur Mediansaggitalebene betrug 42° (mit einer Standardabweichung (St von $\pm 10^{\circ}$), der Winkel zur Ohr-Nasionebene 41° (St = $\pm 8^{\circ}$).

Der Längsachsenwinkel des Canalis rotundus zur Mediansaggitalebene betrug 11° (St $3 \pm 9^{\circ}$), der Winkel zur Ohr-Nasionebene 20° (St = ± 11).

Beim Foramen ovale und Foramen spinosum wurde nur der Längsachsenwinkel zur Ohr-Nasionebene bestimmt. Der Winkel betrug beim Foramen ovale 90° (St = $\pm 8^{\circ}$), beim Foramen spinosum 100° (St = $\pm 10^{\circ}$).

2. An Hand dieser Winkel konnten Richtlinien zur vereinfachten Röntgendarstellung dieser Kanäle gegeben werden.
3. Die Lage der Pyramidenspitze ließ sich mit ziemlicher Konstanz feststellen: Die Verbindungslinie zwischen Pyramidenspitze und höchstem Punkt der Fossa mandibularis schneidet im seitlichen Röntgenbild die Frankfurter Horizontale in einem annähernd rechten Winkel (89°). Die Standardabweichung betrug bei dieser Meßreihe $\pm 5^{\circ}$.
4. Die Überprüfung der Brauchbarkeit der verschiedenen Orientierungslinien und Bezugsebenen am Schädel ergab folgendes Resultat:
 Die Boltonebene und die Frankfurter Horizontale schneiden sich in einem Winkel von 20° ($St = 3^{\circ}$).
 Die Frankfurter Horizontale und die Ohr-Nasionebene in einem Winkel von 15° ($St = 2^{\circ}$), und
 die Ohr-Nasionebene und die Boltonebene in einem Winkel von 5° ($St = \pm 1,5^{\circ}$).
 Damit ist erwiesen, daß die beste Bezugsebene für Schädelbasisaufnahmen die ONE ist, denn sie kommt der Boltonebene, der konstantesten Ebene im Schädelinnern am nächsten und läßt sich, im Gegensatz zur Boltonebene am Lebenden festlegen.
5. Der Vergleich von zwei Koordinatensystemen mit verschiedenen Nullpunkten (tiefster Punkt der Sella turcica und Tuberculum sellae) im Schädelinnern zeigte, daß sie für metrische Auswertungen fast gleich brauchbar sind.
6. Mittelwerte und Standardabweichungen von 19 Einzelheiten in der Schädelbasis wurden in diesen Koordinatensystemen erfaßt und ihre Lagekonstanz am gesamten Kollektiv und an nach anthropologischen Gesichtspunkten eingeteilten Gruppen untersucht.

7. Die Mittelpunkte der Öffnungen und Kanäle wurden auf die Schädeloberfläche projiziert. Dabei zeigte sich, daß die Winkelhalbierende von x und z-Achse im dorsalen Quadranten des axialen Röntgenbildes die Lingula petrosa, den Eingang des Canalis caroticus, das Foramen stylomastoideum und den Processus mastoideus schneidet. Dies erleichtert das Auffinden dieser Details.
- Bei der Frontalaufnahme zeigt sich eine Zusammenballung von neun Meßpunkten im linken unteren Quadranten auf einer Fläche von 4 x 2 cm.

Literaturverzeichnis

- Arnold, G.: Maße des Schädels,
Korrelation von Leitungsbahnen und Beispiele ihrer praktischen Bedeutung.
Acta anat. 73: 98 - 108 (1969)
- Bergerhoff, W.: Messungen von Winkeln und Strecken an Röntgenbildern des Schädels.
Fort. der Röntg. 77, 62-73 (1952)
- Bergerhoff, W.: Metrische Röntgenuntersuchungen an der Basis des Skelettschädels.
Fort. der Röntg. 82, 505-509 (1955)
- Bergerhoff, W.: Messungen von Winkeln und Strecken am submentoverticalen Röntgenbild der Schädelbasis
Fort. der Röntg. 82, 509-513 (1955)
- Bergerhoff, W.: Atlas normaler Röntgenbilder des Schädels Berlin- Heidelberg- New York: Springer: (1961)
- Brodie, A.: Wie wir den Gesichtsschädel erforschten. Fort. der Kieferorth.: Bd. 20, Heft 2 (1959)
- Dabelow, A.: Über Korrelationen in der phylogenetischen Entwicklung der Schädelform. Morph. Jb 63 (1920)
- Dabelow, A.: Über die Korrelationen in der phylogenetischen Entwicklung der Schädelform II. Morph. Jb 67, S. 64 (1931)
- Freudenberg, K.: Grundriß der medizinischen Statistik. Berlin - Heidelberg - New York: Springer (1962)

- Hückinghaus, F.: Craniometrische Untersuchungen an verwilderten Hauskaninchen und von Kerguelen. Sonderdruck aus "Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 171, Heft 1/2 (1965)
- Jacobson, S.: Current Orthodontics. Am. J. of Orthodontics Juni (1967)
- Jordanov, J.: Über die Hauptöffnungen resp. Incisurae des Gesichtsschädels. Sonderdruck, Morpholog. Institut der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften (1969)
- Krieg, R.: Vereinfachte Röntgendarstellung von Einzelheiten der Schädelbasis. Kongreß für Klin. Radiologie in Gießen (1971)
- Krmpotic-Nemanic, J.: Recherches densitometriques sur la capsule du labyrinthe. Bulletin de l'association des anatomistes, 53 Congres (Nancy, 22-26 mars 1970)
- Kummer, B.: Zur Entstehung der menschlichen Schädelform. Verh. Anat. Ges. 49 Vers. Heidelberg (1951)
- Kummer, B.: Zur Entstehung der menschlichen Schädelform. Verh. Anat. Ges. 98, 140. (1952)
- Kummer, B.: Untersuchungen über die ontogenetische Entwicklung des menschlichen Schädelbasiswinkels. Z. Anthrop. u. Morph. 43, 331 (1952)

- Martin, R.: Lehrbuch der Anthropologie,
Saller, K. Bd. II, Stuttgart (1959)
- Moorrees, C.: Die Orthopädie in den USA
in den Jahren 1955 und 1956
Fort. der Kieferorth. Bd. 29,
Heft 1 (1959)
- Nicolic, V.: Morfoloska i radioloska
istrazivanja optickog canala.
Acta med. iug. vol 24,
str 89-103 (1970)
- Stockhaus, K.: Metrische Untersuchungen an
Schädeln von Wölfen und Hunden.
Sonderdruck aus "Zeitsch. für
zool. Evolutionsforschung 3,
1-2, S. 157 - 258 (1965)
- Starck, D.: Morphologische Untersuchungen
am Kopf der Säugetiere, besonders
der Prosimier, ein Beitrag zum
Problem des Formwandels des
Säugerschädels. Zeitschr. wiss.
Zool. 157, 169. (1953/54)
- Tahalele, E.: Kephalometrische und röntgen-
kranimetrische Messungen zur
Beurteilung des Verlaufes der
Felsenbeinpyramide am Lebenden.
Gießen (1957)
- Veit, O.: Neuroradiolog. Diagn. u. Symp.
der Hirnentwicklung im Kindes-
alter. Internat. Symp. Berlin,
Verlag Volk und Gesundheit (1963)
- Virchow, R.: Untersuchungen über die Entwick-
lung des Schädelgrundes.
Berlin (1857)
- Weber, M.: Die Säugetiere. Jena (1927)
- Wiedersheim, R.: Vergleichende Anatomie der
Wirbeltiere
Jena (1909)

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1 : Röntgenologische Meßpunkte im Röntgenbild bei Axialaufnahme
- Abb. 2 : Kubuskraniophor (ohne Stativ)
- Abb. 3 : Meßpunkte an der Sella turcica
- Abb. 4 : Fixpunkt im Schädelinnern nach Broadbent
- Abb. 5 : Koordinatensystem I
- Abb. 6 : Koordinatensystem II
- Abb. 7 : Längsachsenrichtung des Canalis opticus bei Frontalaufnahme
- Abb. 8 : Längsachsenrichtung des Canalis opticus bei Axialaufnahme
- Abb. 9 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung des Canalis opticus (axial)
- Abb. 10 : Verteilung der Längsachsenrichtung des Canalis opticus (frontal)
- Abb. 11 : Projektion der Längsachsen des Canalis opticus auf den Eingang der Orbita (modifiziert nach NICOLIC)
- Abb. 12 : Längsachsenrichtung des Canalis rotundus (frontal)
- Abb. 13 : Längsachsenrichtung des Canalis rotundus (axial)
- Abb. 14 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung des Canalis rotundus bei Frontalaufnahme
- Abb. 15 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung des Canalis rotundus bei Axialaufnahme.
- Abb. 16 : Verlaufsrichtung von Schädelöffnungen bei Frontalaufnahme (Übersichtsbild)
- Abb. 17 : Verlaufsrichtung von Schädelöffnungen auf den Gesichtsschädel projiziert.
- Abb. 18 : Winkelmessung der Verbindungslinie: Felsenbeinspitze - Fossa articularis
- Abb. 19 : Schnittwinkel von Orientierungsebenen
- Abb. 20 : Mittelpunkte und Standardabweichungen der röntgenologischen Meßpunkte bei Frontalaufnahme
- Abb. 21 : Mittelpunkte und Standardabweichungen der röntgenologischen Meßpunkte bei Axialaufnahme
- Abb. 22 : Mittelpunkte der röntgenologischen Meßpunkte bei Frontalaufnahme.



Abb. 1 : Röntgenologische Meßpunkte im Röntgenbild bei Axialaufnahme.
(Weitere Erklärung der Meßpunkte und genauere Angaben in den
nachfolgenden Abbildungen)

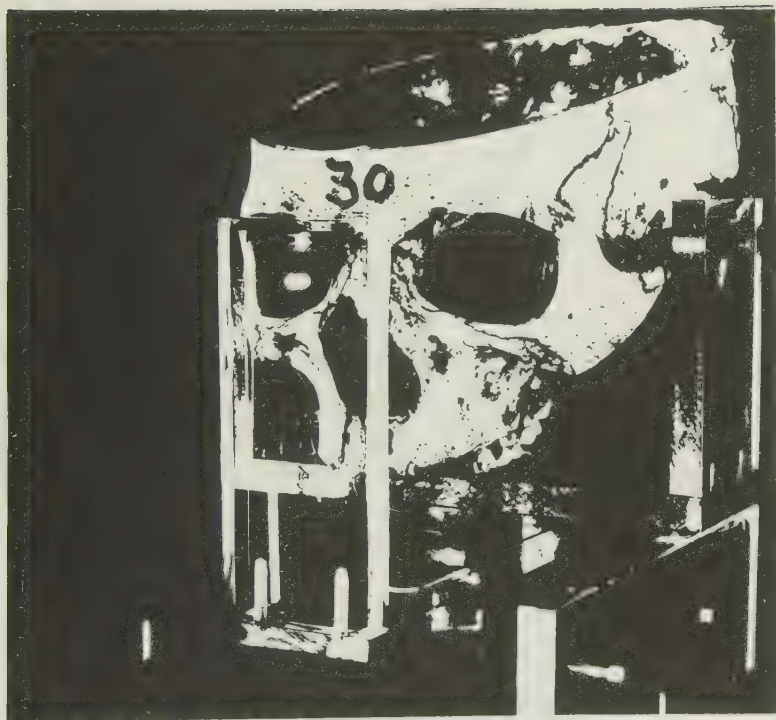


Abb. 2 : Schädel im Kubuskraniophor in der Ohr-Nasion Ebene eingespannt.

MESSPUNKTE AN DER SELLA TURCICA

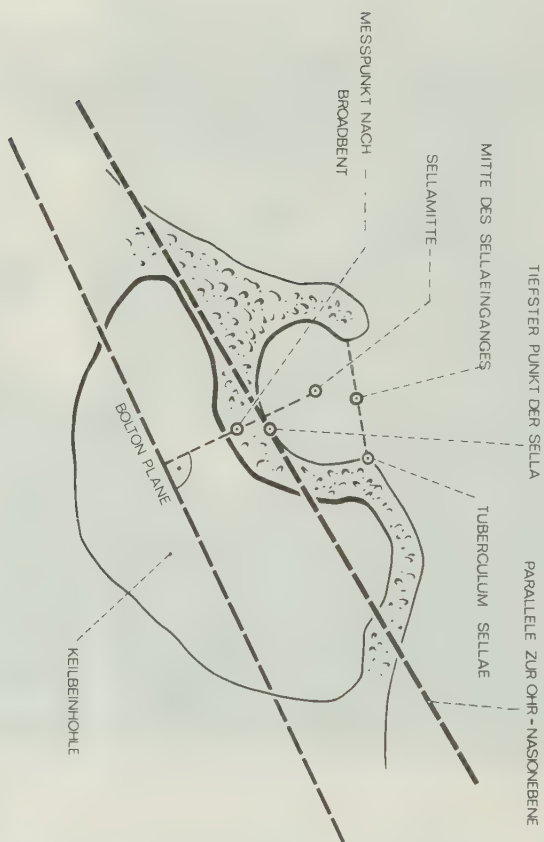


Abb. 3 : Messpunkte an der Sella turcica

FIXPUNKT IM SCHÄDELINNERN NACH BROADBENT

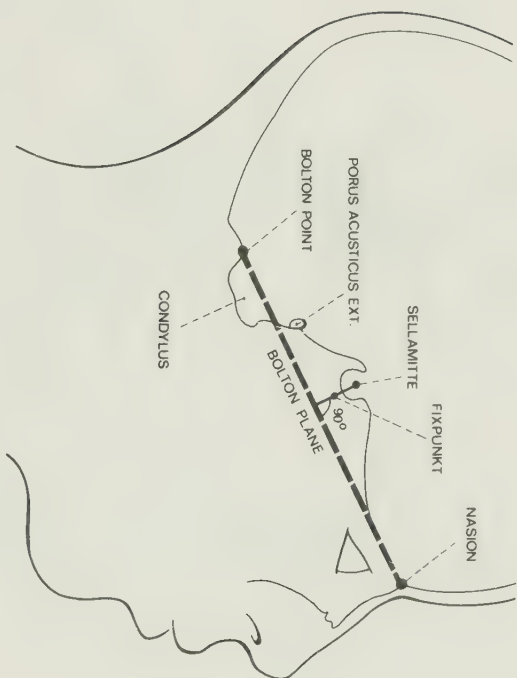


Abb. 4 : Fixpunkt im Schädelinnern nach BROADBENT

KOORDINATENSYSTEM I

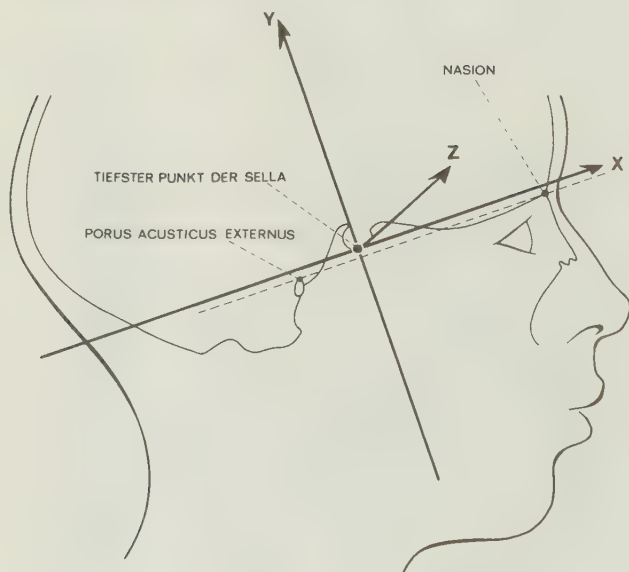


Abb. 5 : Koordinatensystem I

(Mittelpunkt des Koordinatensystems ist
der tiefste Punkt der Sella turcica)

KOORDINATENSYSTEM II

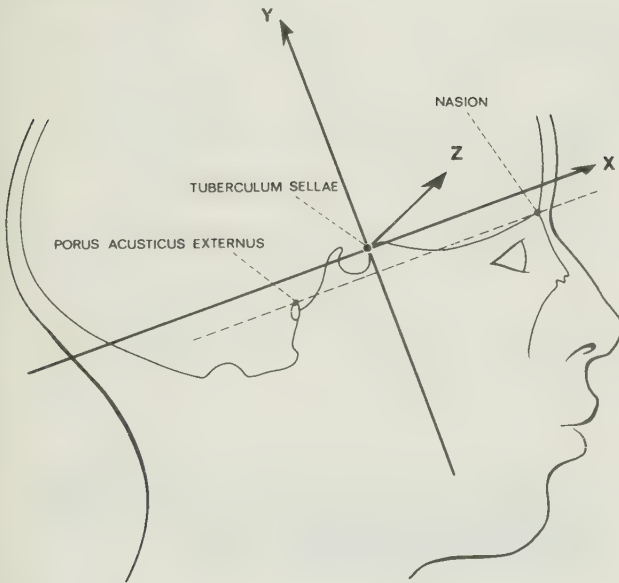


Abb. 6 : Koordinatensystem II
 (Mittelpunkt des Koordinatensystems ist
 das Tuberculum sellae)

LÄNGSACHSENRICHTUNG DES CANALIS OPTICUS BEI FRONTALAUFNAHME

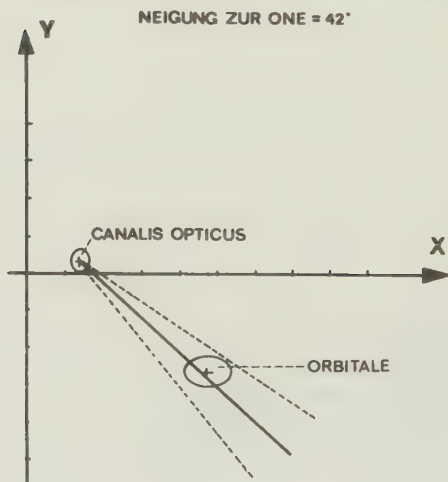


Abb. 7 : Längsachsenrichtung des Canalis opticus
bei Frontalaufnahme

LÄNGSACHSENRICHTUNG DES CANALIS OPTICUS BEI AXIALAUFNAHME

WINKEL ZUR X-ACHSE = $41,3^\circ$

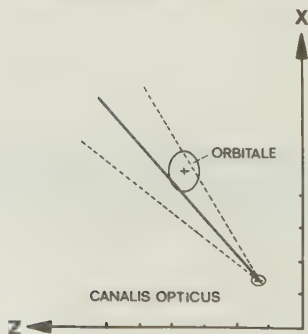


Abb. 8 : Längsachsenrichtung des Canalis opticus
bei Axialaufnahme

**VERTEILUNG DER LÄNGSACHSENRICHTUNG DES
CANALIS OPTICUS**

GEMESSEN ZUR MEDIANSAGGITALEBENE

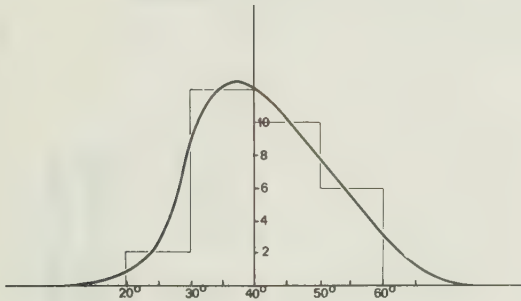


Abb. 9 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung
des Canalis opticus (axial)

**VERTEILUNGSKURVE DER LÄNGSACHSENRICHTUNG
DES CANALIS OPTICUS**

GEMESSEN BEI FRONTALAUFNAHME

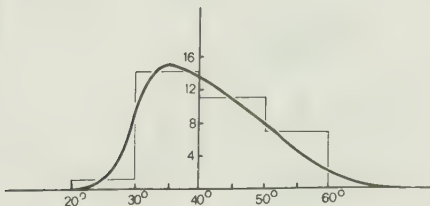


Abb. 10 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung
des Canalis opticus (frontal)

PROJEKTION DER OPTICUS-LÄNGSACHSEN AUF DEN EINGANG DER ORBITA

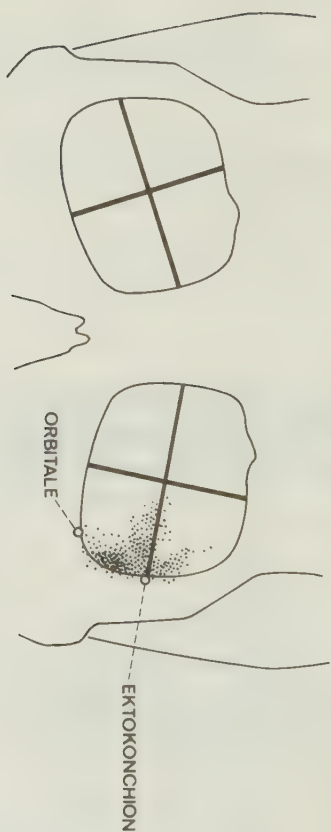


Abb. 11 : Projektion der Längsachsen des Canalis opticus auf
den Eingang der Orbita (modifiziert nach NICOLIC)

LÄNGSACHSENRICHTUNG DES CANALIS ROTUNDUS BEI FRONTALAUFNAHME

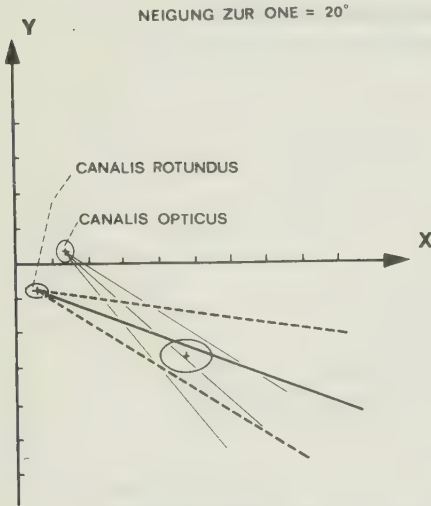


Abb. 12 : Längsachsenrichtung des Canalis rotundus
bei Frontalaufnahme

LÄNGSACHSENRICHTUNG DES CANALIS ROTUNDUS BEI AXIALAUFNAHME

WINKEL ZUR X-ACHSE = 11°

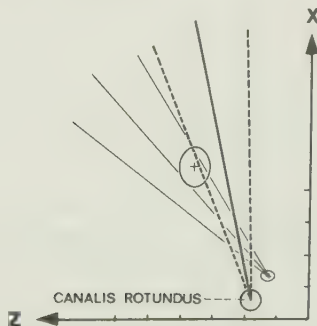


Abb. 13 : Längsachsenrichtung des Canalis rotundus
bei Axialaufnahme

**VERTEILUNGSKURVE DER LÄNGSACHSENRICHTUNG
DES CANALIS ROTUNDUS** GEMESSEN BEI FRONTALAUFNAHME

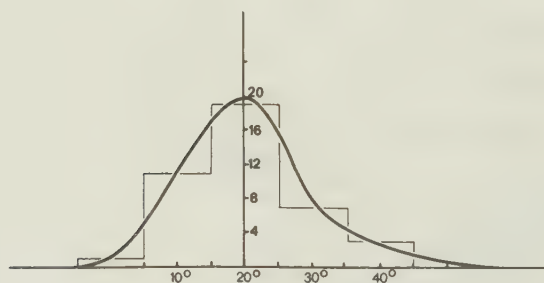


Abb. 14 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung
des Canalis rotundus bei Frontalaufnahme

**VERTEILUNGSKURVE DER LÄNGSACHSENRICHTUNG
DES CANALIS ROTUNDUS** GEMESSEN BEI AXIALAUFNAHME

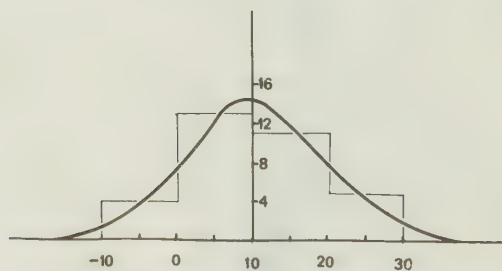


Abb. 15 : Verteilungskurve der Längsachsenrichtung
des Canalis rotundus bei Axialaufnahme

Die Einzelheiten der Schädelbasis wurden, wie schon im Text erwähnt, nur für die linke Schädelhälfte vermessen. Der Grund hierfür war eine auffallende Assymmetrie der beiden Schädelhälften bei sämtlichen Schädeln. Die Differenz der gleichartigen Schädelbasispunkte zwischen der rechten und linken Schädelhälfte betrug oft mehrere Millimeter. Die Konturen der Schädel wurden in allen folgenden Abbildungen nur zur Ergänzung und Orientierung am Gesamtschädel gegeben.

VERLAUFSRICHTUNG VON SCHÄDELOFFNUNGEN BEI FRONTALAUFNAHME

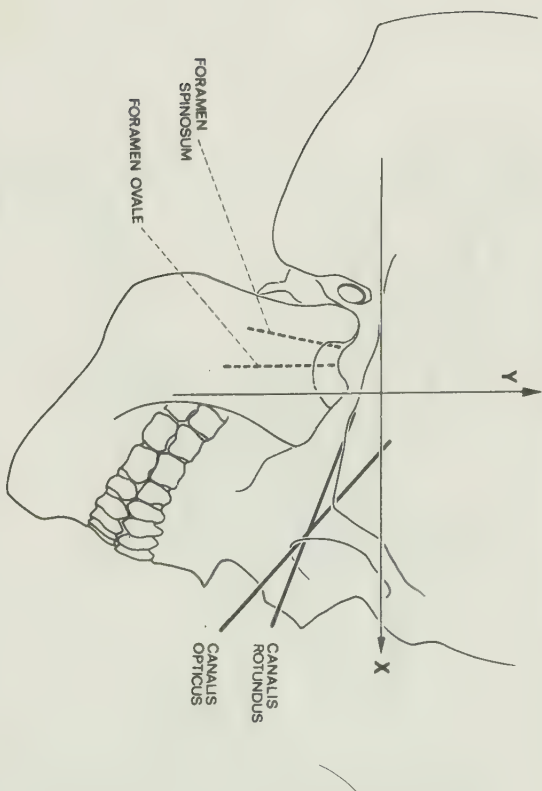


Abb. 16 : Lage und Verlaufsrichtung von Schädelöffnungen bei
Frontalaufnahme

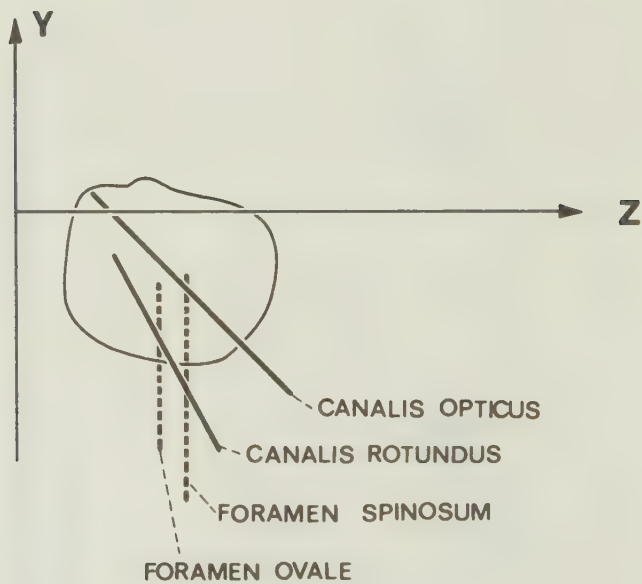


Abb. 17 : Lage und Verlaufsrichtung von Schädel-
öffnungen auf den Gesichtsschädel projiziert

WINKELMESSUNG DER VERBINDUNGSLINIE : Felsenbeinspitze - FOSSA MANDIBULARIS

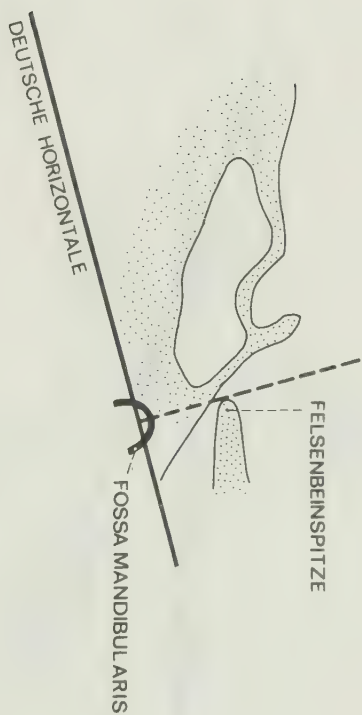


Abb. 18 : Winkelmessung der Verbindungslinie zwischen Felsenbeinspitze - Fossa articularis und der Frankfurter Horizontalen

SCHNITTWINKEL VON ORIENTIERUNGSEBENEN

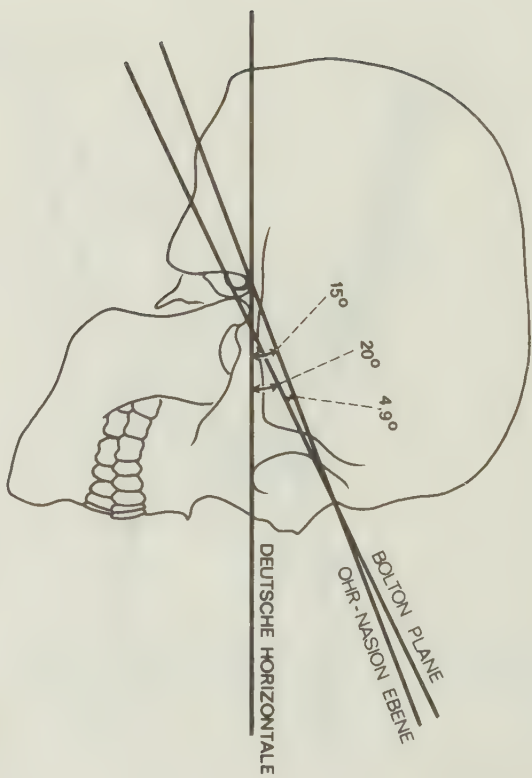


Abb. 19 : Schnittwinkel von Orientierungslinien und Orientierungsebenen

BEI AXIALAUFNAHME

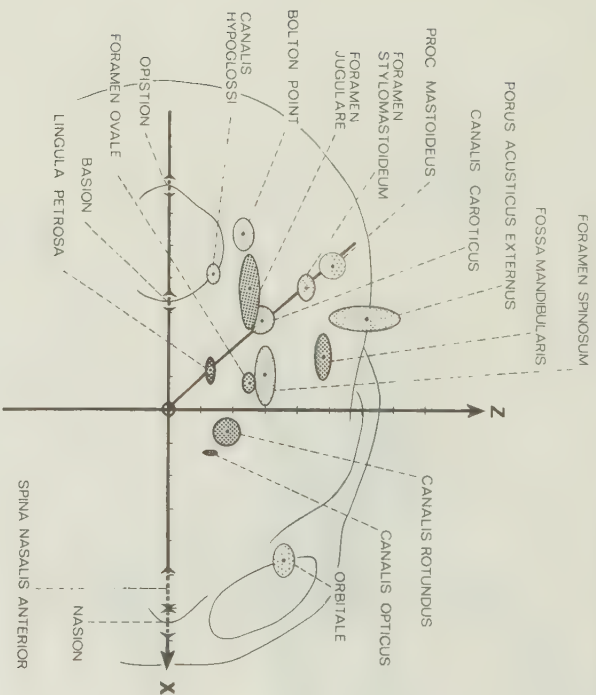


Abb. 21 : Mittelpunkte und Standardabweichungen der röntgenologischen
Messpunkte bei Axialaufnahme

MITTELPUNKTE DER RÖNTGENOLOGISCHEN MESSPUNKTE BEI FRONTALAUFNAHME

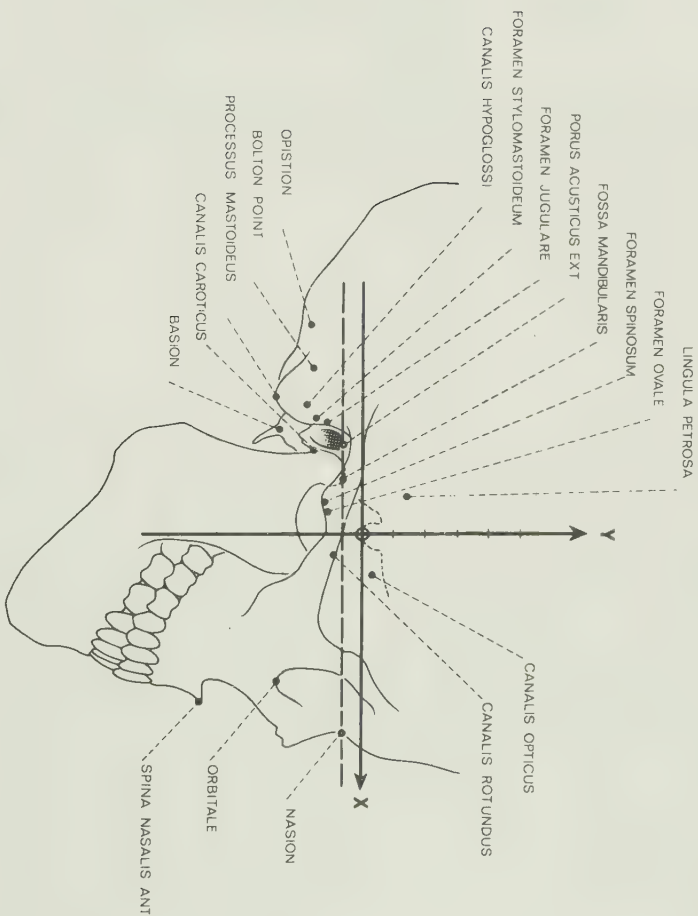


Abb. 22 : Mittelpunkte der röntgenologischen Meßpunkte bei Frontalaufnahme

Verzeichnis der Tabellen:

- Tabelle 1 : Anthropologische Messungen
Tabelle 2 : Koordinaten der röntgenologischen
Meßpunkte
Tabelle 3 : Vergleich von Koordinatensystem I und II
Tabelle 4 : Ergebnisse der Winkelmessungen

ANTHROPOLOGISCHE MESSUNGEN

ANGABEN IN mm

TABELLE 1

CALVARIUM NUMBER (MITH)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	LB - INDEX	L.Nr. (BIB)
1	170	145	163	35	29	65	102	117	128	98	84	46	55	18	85	85,5	1
2	183	153	181	32	31	56	112	117	140	98	87	48	50	22	92	83,6	2
3	190	137	182	26	16	59	105	104	122	94	73	42	50	21	91	72,0	3
4	171	143	162	33	29	63	94	107	118	87	75	42	45	18	101	84,0	4
5	167	124	165	33	27	59	89	109	116	87	74	38	47	21	94	74,2	5
6	155	141	150	33	29	69	94	108	128	87	73	43	45	19	99	82,0	
7	165	140	163	35	34	64	104	110	119	87	82	41	50	18	95	85,0	6
8	176	132	175	36	26	65	105	112	136	93	76	39	46	25	103	75,0	
9	180	130	177	33	26	62	103	109	108	92	80	42	52	25	95	72,2	7
10	165	142	--	35	26	56	98	107	120	90	74	42	48	19	92	86,2	8
11	180	144	175	38	33	76	112	120	142	104	98	44	45	21	103	80,0	
12	185	139	176	35	32	70	102	120	135	100	87	48	57	19	99	75,5	
13	185	140	--	38	31	74	99	117	132	100	81	47	47	21	100	75,6	9
14	181	130	176	33	25	63	96	107	123	87	78	42	48	18	85	71,9	10
15	175	134	170	33	28	70	102	112	127	87	83	46	52	23	92	76,6	11
16	185	147	175	41	32	73	106	122	--	103	88	46	54	20	--	79,5	12
17	169	155	166	30	27	68	94	109	123	78	73	43	44	22	100	91,8	
18	173	144	166	35	31	75	108	120	139	102	85	45	48	21	98	83,2	13
19	195	133	--	33	28	--	105	116	127	101	84	47	54	21	99	68,2	14
20	174	133	168	35	28	60	96	106	116	86	77	42	45	23	94	76,5	15
21	170	154	165	33	29	66	103	123	132	95	86	49	60	21	96	90,1	
22	182	126	--	35	28	64	100	110	131	93	81	42	53	26	103	69,2	
23	159	139	155	36	28	68	98	109	124	94	84	44	50	19	93	87,5	16
24	181	126	176	40	28	69	93	106	128	89	76	43	49	25	104	69,5	17
25	172	125	165	35	22	63	100	110	119	92	82	47	52	17	90	72,6	18
26	177	159	167	24	20	67	110	120	132	98	88	46	53	22	100	90,0	19
27	178	138	170	34	28	79	98	114	136	94	80	45	47	29	99	77,5	
28	175	125	--	34	30	67	96	108	120	87	77	41	48	19	111	71,5	20
29	181	132	179	38	30	69	102	108	126	92	81	45	49	21	99	73,0	21
30	172	132	--	36	30	65	99	114	130	98	81	45	46	25	98	76,7	22
31	162	126	165	37	27	59	92	102	114	89	74	42	48	19	90	77,8	
32	174	130	172	36	27	64	94	112	134	93	75	42	44	19	97	74,9	23
33	195	141	192	39	30	80	--	117	141	102	83	45	53	21	103	72,4	24
34	171	143	--	33	29	68	106	114	131	93	81	49	45	--	96	83,5	25
35	175	140	170	27	21	78	107	119	138	100	86	49	43	19	96	80,0	
36	187	142	187	34	29	67	103	117	133	98	83	43	50	26	95	76,0	
37	182	129	--	38	30	72	103	112	125	95	84	42	55	19	95	71,2	26
38	170	141	168	33	31	74	97	99	132	98	85	48	51	18	93	83,0	27
39	176	133	172	37	30	74	103	115	128	96	89	44	56	23	91	75,7	28
40	180	135	175	32	27	63	87	98	--	88	73	41	44	21	90	75,0	29
41	176	134	171	38	26	59	--	97	111	85	69	37	39	21	85	76,2	
42	169	149	167	32	28	73	101	119	136	101	82	42	51	24	95	88,2	30
43	158	128	--	37	30	68	96	105	129	78	75	40	43	18	95	81,0	31
44	175	144	163	34	31	68	108	123	139	104	87	48	53	25	98	82,2	32
45	177	128	--	32	23	63	97	110	125	91	79	45	49	19	92	92,3	
46	185	150	--	37	34	71	105	125	139	94	88	49	56	21	105	81,0	33
47	164	137	--	36	28	66	101	--	125	91	83	47	51	19	92	83,5	34
48	175	149	--	32	29	58	99	117	124	87	83	46	52	21	95	85,6	35
49	175	136	--	35	32	56	110	115	125	99	84	41	50	18	96	78,7	36
50	164	144	--	37	32	68	105	115	134	101	87	43	47	--	99	87,7	37
51	173	139	--	32	30	62	96	115	128	95	85	47	55	24	96	80,0	38
52	162	138	--	37	30	62	95	110	125	95	82	41	52	18	93	85,0	39
53	176	124	--	35	31	61	98	109	123	93	82	48	50	21	93	70,1	
54	185	156	--	32	33	61	113	132	140	101	89	54	53	23	100	84,2	
55	190	155	--	37	33	74	107	124	135	97	90	47	55	25	101	81,5	40
56	175	121	--	33	28	63	97	105	117	84	80	42	51	22	90	69,0	
57	180	129	--	33	30	69	93	111	130	95	79	43	52	23	97	72,0	41
58	179	147	172	39	32	66	112	124	137	100	91	47	53	23	96	82,0	42
59	163	140	159	34	29	69	98	110	118	88	79	--	47	23	89	86,0	43
60	182	137	175	37	28	75	107	114	133	103	86	44	51	25	96	75,4	44

TABELLE 1 FORTSETZUNG

ANTHROPOLOGISCHE MESSUNGEN
ANGABEN IN mm

CALVARIUM NUMMER (anth.)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	LB-INDEX	I. Nr. rönt.
61	172	154	163	35	32	75	102	119	135	97	89	45	57	22	98	89,6	
62	168	130	166	35	28	67	93	106	134	87	76	41	48	17	92	77,4	45
63	180	154	176	35	33	74	119	134	144	110	92	52	62	22	102	85,5	46
64	175	142	168	39	32	61	102	116	128	94	83	44	52	26	102	81,0	47
65	182	145	171	39	33	71	112	126	142	104	95	45	62	26	102	79,5	
66	109	136	162	36	30	69	96	112	123	97	81	42	51	24	92	100,5	48
67	175	150	167	37	32	68	108	120	133	95	84	46	51	23	101	86,0	49
68	175	138	171	33	28	69	—	111	127	93	79	44	47	19	95	79,0	
69	184	136	176	33	30	68	103	115	132	103	83	50	55	25	96	74,0	50
70	173	140	165	34	29	70	102	118	135	98	82	44	—	21	96	81,0	51

Bedeutung der Abkürzungen:

- A = Glabellarlänge
 B = Schädelbreite (zwischen den lateralsten Punkten des Schädeldaches)
 C = Glabella - Lambda - Länge
 D = Foramen magnum Länge
 E = Foramen magnum Breite
 F = Nasion - Prosthion Abstand
 G = Nasioidealbreite als Abstand zwischen den tiefsten Punkten der Processus mastoidei
 H = Biauricularbreite
 I = Zygionabstand
 J = Abstand der höchsten Punkte der Fossa articularis
 K = Styloastoidealbreite
 L = Abstand zwischen den beiden Mesialrändern der Foramina ovalia
 M = Abstand zwischen den Mesialrändern der beiden Canales carotici
 N = Breite zwischen den inneren Augenhöhlenrändern
 O = Breite zwischen den äußeren Augenhöhlenrändern
 I. Nr. rönt. = laufende Schädelnummer bei röntgenologischen Messungen

TABELLE 2

KOORDINATEN DER RÖNTGENOLOGISCHEN MESSPUNKTE

GEMESSEN AM KOORDINATENSYSTEM I

MASSE IN mm

MESSPUNKT	SCHAEDEL 1	SCHAEDEL 2	SCHAEDEL 3	SCHAEDEL 4	SCHAEDEL 5
X	Y	Z	X	Y	Z
1	13	09	11	14	03
2	47	-49	00	67	-46
3	07	-10	18	09	-09
4	-10	-11	26	-05	-15
5	14	-12	31	-12	-15
6	-15	03	11	-13	00
7	-26	-15	31	-24	-20
8	-47	-33	55	-40	-40
9	-36	-15	41		
10	-38	-14	25	-35	-16
11					
12	-32	-27	00	-33	-29
13	-57	-25	00	-65	-30
14	-49	-18		-51	-27
15	-29	-08		-29	-12
16	60	-08	00	74	-12
17	-15	-07	50	-15	-12
18	45	-26	34	54	-27
MESSPUNKT	SCHAEDEL 6	SCHAEDEL 7	SCHAEDEL 8	SCHAEDEL 9	SCHAEDEL 10
X	Y	Z	X	Y	Z
1	14	03	13	14	03
2	52	00	59	-52	00
3	07	-09	20	05	-10
4	-03	-10	25	-12	-14
5	15	-08	30	-12	-13
6	-13	03	12	-15	-10
7	-26	-12	30	-34	-14
8	-42		49		
9	-36		42	-42	-12
10	-41	-09	28	-43	-08
11				-45	-11
12	-33		00	-38	-18
13	-70	-13	00	-77	-10
14	-55	-14	21	-57	-10
15	-27	-03		-31	-15
16	64	-03	00	68	-14
17	-23	-06	45	-19	-27
18	45	-26	35	44	-22

MESSPUNKT	SCHAEDEL 11	SCHAEDEL 12	SCHAEDEL 13	SCHAEDEL 14	SCHAEDEL 15
1	14 04 11 14 04 16 14 00 14 12 07 13 12 04 13				
2	11 55 00 53 00 54 00 1 55 00 1				
3	11 07 19 04 20 1 19 07 20 1 17				
4	11 00 12 28 10 29 1 31 09 10 26 09 13 24				
5	11 17 10 35 1 34 14 10 33 15 15 29				
6	11 13 14 14 11 11 14 17 14 14 11 01 10				
7	11 27 15 27 12 33 22 18 31 30 17 32 26 17 26				
8	11 45 52 52 14 26 1 41 32 54 47 34 54 44 25 48				
9	11 36 137 10 48 35 18 46 1 41				
10	11 37 12 24 39 19 30 33 14 21 39 13 27 1				
11	11 19 44 14 16 37 19 14 40 18 14 1 13				
12	11 34 23 20 34 17 20 30 22 20 33 24 00 33 25 00				
13	11 65 15 20 74 14 20 65 23 20 65 23 20 67 17 20				
14	11 53 16 22 60 15 24 50 19 23 56 24 21 35 20 24				
15	11 20 05 33 33 13 1 24 12 1 31 09 66 35 07 65				
16	11 65 00 61 13 20 64 12 20 68 09 1 61 07 20				
17	11 15 07 44 17 55 56 10 14 54 21 08 54 15 08 44				
18	11 45 25 36 41 20 40 54 33 30 48 26 40 44 25 33				
MESSPUNKT	SCHAEDEL 16	SCHAEDEL 17	SCHAEDEL 18	SCHAEDEL 19	SCHAEDEL 20
1	11 14 04 12 13 05 12 11 11 14 02 16 13 02 11				
2	11 61 00 70 46 20 51 51 00 54 57 00 59 49 00				
3	11 06 09 17 07 18 18 07 12 18 1 06 09 12				
4	11 1 07 14 24 03 10 25 10 12 27 05 22				
5	11 16 14 30 11 14 28 10 30 30 14 12 31 07 12 21				
6	11 11 04 10 11 01 12 13 11 12 14 03 15 10 01 10				
7	11 24 16 27 23 17 25 25 14 23 26 16 20 26 20 22				
8	11 1 1 41 50 1 1 1				
9	11 33 14 44 35 15 38 36 16 44 38 17 43 33 18 41				
10	11 35 13 24 30 29 25 32 10 24 37 11 25 35 13 23				
11	11 41 21 15 40 18 13 40 20 13 41 21 14 1 34 22 12				
12	11 32 26 20 35 25 20 32 23 20 35 24 20 39 26 20				
13	11 67 15 20 72 11 20 60 16 20 64 20 20 63 24 20				
14	11 54 19 18 54 16 22 48 19 24 53 19 22 52 22 21				
15	11 24 04 32 27 26 1 28 25 32 30 28 1 25 07 57				
16	11 65 00 61 13 20 64 12 20 68 09 1 61 07 20				
17	11 16 06 44 15 46 11 47 19 08 50 12 08 46				
18	11 50 26 37 54 24 41 45 27 37 41 30 41 51 25				

MESSPUNKT	11	SCHAEDEL 21	11	SCHAEDEL 22	11	SCHAEDEL 23	11	SCHAEDEL 24	11	SCHAEDEL 25	11										
1	11	11	04	11	14	2	13	14	13	14	15	15	15	13	1						
2	11	61	-51	00	1	61	-51	00	1	61	-54	00	1	61	-59	00	1				
3	11	04	-00	16	1	15	-10	20	1	06	-08	10	1	07	-11	18	1	05	-10	20	1
4	11	-07	-14	26	1	-15	-12	25	1	-06	-14	20	1	-10	-15	30	1	-05	-12	25	1
5	11	-12	-10	32	1	-00	-11	32	1	-12	-12	30	1	-16	-13	35	1	-13	-19	20	1
6	11	-10	00	11	1	-13	-2	14	1	-13	-1	1	1	-13	-0	14	1	-11	00	13	1
7	11	-25	-13	20	1	-23	-16	20	1	-23	-19	20	1	-33	-17	32	1	-20	-16	25	1
8	11			1	-30	-26	02	1				1				1	-43	-10			1
9	11	-36	-15	40	1	-32	-11	43	1	-30	-19	30	1	-42	-20	43	1	-35	-18	41	1
10	11			1	-37	-14	25	1	-37	-13	24	1	-44	-14	28	1	-30	-11	24	1	
11	11			1	-31	-21	13	1				1				1	-42	-17	13	1	
12	11	-32	-26	00	1	-31	-27	00	1	-30	-27	00	1	-36	-22	00	1	-30	-25	00	1
13	11	-67	-20	00	1	-67	-22	00	1	-66	-20	00	1	-74	-14	00	1	-69	-18	00	1
14	11	-54	-23	21	1			1	-50	-17	25	1	-57	-17	25	1	-54	-16	23	1	
15	11	-20	-04	60	1	-23	-06	1	-20	-07	62	1	-33	-07	1	-29	-09	63	1		
16	11	64	-04	00	1	64	-05	00	1	69	-07	00	1	70	-07	00	1	64	-08	00	1
17	11	-17	-07	44	1	-14	-07	46	1	-15	-06	46	1	-19	-09	52	1			46	1
18	11	51	-26	36	1	54	-26	40	1	55	-26	30	1	57	-27	36	1	44	-30	37	1
MESSPUNKT	11	SCHAEDEL 26	11	SCHAEDEL 27	11	SCHAEDEL 28	11	SCHAEDEL 29	11	SCHAEDEL 30	11										
1	11	13	05	14	1	13	06	11	1	14	05	12	1	14	05	12	1	14	05	10	1
2	11	57	-62	00	1	54	-67	00	1	52	-52	00	1	51	-46	00	1	54	-53	00	1
3	11	04	-09	20	1	10	-07	19	1	18	-07	1	1	09	-09	18	1	05	-09	17	1
4	11	-13	-14	24	1	-06	-10	25	1	-06		24	1	-05	-12	22	1	-08	-11	25	1
5	11	-14	-14	33	1	-10	-10	30	1	-12	-08	38	1	-10	-10	27	1	-14	-10	32	1
6	11	-12	-02	14	1	-11	-0	13	1	-13	02	12	1	-10	00	10	1	-12	01	12	1
7	11	-31	-17	34	1	-24	-15	33	1	-24	-14	30	1	-24	-16	25	1	-27	-15	29	1
8	11			1	-46			54	1			1				1				41	1
9	11			1	-53	-14	44	1	-37	-15	46	1	-34	-18	38	1	-47	-18	42	1	
10	11	-37	-12	29	1	-37	-12	25	1	-36	-11	20	1			22	1	-39	-13	26	1
11	11	-40	-17	15	1	-36	-18	12	1			1				1	-43	-20	13	1	
12	11	-35	-23	00	1	-31	-24	00	1	-34	-22	00	1	-29	-27	00	1	-37	-28	00	1
13	11	-66	-17	00	1	-68	-20	00	1	-71	-15	00	1	-66	-18	00	1	-67	-16	00	1
14	11	-50	-19	24	1	-40	-15	24	1	-55	-17	20	1	-49	-21	20	1	-58	-20	23	1
15	11	-29	-07	64	1	-24	-02	61	1	-25	-03	63	1	-24	-09	59	1	-30	-06	67	1
16	11	62	-07	00	1	67	-02	00	1	68	-03	00	1	61	-08	00	1	64	-05	00	1
17	11	-10	-10	51	1	-12	-02	48	1	-13	-03	40	1	-13	-09	44	1	-16	-08	50	1
18	11	51	-26		1	52	-23	40	1	50	-27	30	1	43	-26	36	1	48	-25	37	1

I	MESSPUNKT	II	SCHAEDEL 31	I	SCHAEDEL 32	I	SCHAEDEL 33	I	SCHAEDEL 34	I	SCHAEDEL 35	I	SCHAEDEL 36	I
I	1	II	12 02	I	15 02	I	18 11	I	03 14	I	14 04	I	15 04	I
I	2	II	54 -48	00	I	53 -57	00	I	47 -44	00	I	60 -50	00	I
I	3	II	04 -07	19	I	05 -11	22	I	02 -10	20	I	09 -08	20	I
I	4	II	-09 -09	27	I	-09 -14	28	I	-12 -12	24	I	-08 -10	25	I
I	5	II	-14 -09	26	I	-14 -16	35	I	-15 -10	32	I	-14 -12	31	I
I	6	II	-14 06	10	I	-15 02	16	I	-12 -02	11	I	-12 03	12	I
I	7	II	-30 -10	22	I	-30 -20	32	I	-27 -15	37	I	-27 -15	29	I
I	8	II	-44 -19	50	I	-44 -37	52	I			I	-40 -30		I
I	9	II	-43 -06	38	I	-35 -18	46	I	-41 -18	43	I	-36 -16	43	I
I	10	II	-43 -05	25	I	-40 -18	28	I	-39 -12	25	I	-38	25	I
I	11	II	-44 -08	11	I	-41 -22	16	I	-43 -20	17	I	-41 -15	15	I
I	12	II	-35 -13	09	I	-37	00	I	-32 -22	00	I	-30 -20	00	I
I	13	II	-61 -05	00	I	-72	00	I	-67 -20	00	I	-65 -18	00	I
I	14	II	-56 -03	24	I	-53 -18	26	I	-53 -18	23	I	-52 -13	25	I
I	15	II	-31 00	61	I	-31 -09		I	-32 -03	64	I	-26 -06	66	I
I	16	II	50 00	00	I	70 -09	00	I	57 -04	00	I	68 -06	00	I
I	17	II	-20 -04	43	I	-18 -09	49	I	-21 -07	44	I	-15 -10	44	I
I	18	II	39 -25	34	I	45 -32	40	I	38 -25	32	I	51 -24	37	I
I	MESSPUNKT	II	SCHAEDEL 37	I	SCHAEDEL 38	I	SCHAEDEL 39	I	SCHAEDEL 40	I	SCHAEDEL 41	I	SCHAEDEL 42	I
I	1	II		I		I	13 03	I	16 03	I	15 1			I
I	2	II	53 -49	00	I	54 -50	00	I	49 -51	00	I	53 -54	00	I
I	3	II	03 -07	17	I	04 -09	19	I	05 -11	14	I	07 -08	21	I
I	4	II	-09 -12	25	I	-10 -12	27	I	-10 -14	22	I	-06 -10	27	I
I	5	II	-16 -12	33	I	-14 -12	33	I	-15 -14	20	I	-17 -12	34	I
I	6	II	-13 01	13	I	-14 -02	16	I	-16 02	12	I	-04 02	18	I
I	7	II	-26 -16	30	I	-30 -17	30	I	-30 -15	24	I	-25 -17	32	I
I	8	II	-44 -30		I	-44 -29	50	I	-41 -28	44	I	-43 -21	53	I
I	9	II	-39 -13	45	I		I	-42 -16	43	I	-35 -16	47	I	
I	10	II	-30 -11	25	I	-30 -13	26	I	-45 -11	24	I	-35 -16	28	I
I	11	II	-43 -18	17	I	-40 -18	17	I	-46 -15	13	I	-41 -18	14	I
I	12	II	-34 -23	00	I	-34 -20	00	I	-38 -19	00	I	-30 -20	00	I
I	13	II	-69 -10	00	I	-70 -20	00	I	-36 -14	00	I	-69 -20	00	I
I	14	II	-56 -13	24	I	-55 -17	25	I	-56 -12	23	I	-57 -21	24	I
I	15	II	-24 -05	64	I	-32 -05	66	I	-33 -19	63	I	-27 -08		I
I	16	II	64 -05	00	I	63 -15	00	I	56 -09	00	I	63 -03	00	I
I	17	II	-16 -08	40	I	-06 -50	41	I	-08 -4	41	I	-06 -30	41	I
I	18	II	-45 -27	37	I	-44 -30	38	I	-44 -29	34	I	-43 -29	40	I

MESSPUNKT	SCHAEDEL 42	SCHAEDEL 43	SCHAEDEL 44	SCHAEDEL 45	SCHAEDEL 46
1	13 04 13	10 04 11	14 03 14		13 02 15
2	56 -58 00	53 -56 00	58 -59 00	54 -57 00	52 -64 00
3		07 -06 12	07 -09 17	08 -10 20	03 -14 24
4	-06 -11 28		-08 -14 25	-08 -12 29	-10 29
5	-11 -10 32	11 26		-13 -10 30	-17 -20 35
6	-12 01 14	-09 04 12	-14 02 14	-12 02 17	-17 00 15
7	-25 -16 33	-68 -26 47	-30 -18 31	-28 -27 1	-20 -23 34
8			-43 -31 1	-40 -30 1	-50 -41 1
9	-37 -17 47		-41 -20 46	-38 -17 31	
10	-36 -15 29	-32 20	-41 -11 27	-38 -16 24	-41 28
11	-45 -21 16	-35 -18 12			-47 -25 11
12	-37 -27 00	-32 -26 00	-36 -26 00	-35 -24 00	-37 -30 00
13	-75 -20 00	-64 -16 00	-71 -17 00	-73 -15 00	-72 -28 00
14	-59 -21 27	-46 -16 13	-56 -13 24	-54 -15 25	-65 -27 26
15	-27 -06 68	-21 -06 60	-32 -05 63	-29 -07 58	-35 -13 69
16	60 -06 00	62 -06 00	68 -05 00	66 -07 00	65 -12 00
17	-15 -04 50	-10 -08 45	-19 -10 57	-18 -06 45	
18	46 -30 37	46 -28 36	54 -29 37	49 -29 38	44 -37 1
MESSPUNKT	SCHAEDEL 47	SCHAEDEL 48	SCHAEDEL 49	SCHAEDEL 50	SCHAEDEL 51
1		14 03 12	14 04 15	03 14	01 15
2	54 -48 00	48 -48 00	53 -48 00	59 -58 00	53 -53 00
3	08 -10 18	07 -10 17	05 -07 12	09 -08 22	
4	-06 -12 25	-07 25	-12 27	-08 -14 27	-10 -15 25
5	-12 -11 31		-18 -14 30	-12 -09 32	-18 32
6	-11 06 13	-13 01 11	-14 03 12	-12 00 13	-16 03 19
7	-25 -12 26	-28 -14 30		-26 -17 29	
8	-42 -25 51	-51 -24 50	-48 -21 1	-44 -35 1	
9	-33 -13 41	-32 -14 43	-41 -14 42	-37 -17 43	-40 -17 43
10	-35 -10 26	-40 -10 30		-35 27	
11	-29 -15 13				
12	-30 -21 00	-36 -20 00	-35 -17 00	-33 -23 00	-32 -26 00
13	-70 -17 00	-70 -15 00	-73 -11 00	-65 -20 00	-67 -24 00
14	-54 -15 26	-57 -15 22	-56 -12 20	-50 -18 23	-60 -18 20
15	-26 -05 64	-31 -05 1	-32 -03 68	-28 -06 64	-32 -09 66
16	69 -05 00	61 -05 00	60 -03 00	68 -08 00	61 -09 00
17	-13 -03 49	-18 -08 49	-20 -05 46	-17 -09 53	-17 -12 52
18	41 -29 40	44 -25 27	44 -26 36	54 -28 29	42 -28 29

TABELLE 3

VERGLEICH VON KOORDINATENSYSTEM I UND II

MESSPUNKT	KOORDINATENSYSTEM 1		
	X	Y	Z
1	13,500 (44) 1,285	3,500 (44) 1,691	12,727 (44) 2,073
2	5,468 (47) 5,320	-31,304 (46) 4,971	0,000 (48) 0,000
3	6,000 (45) 2,526	-8,778 (45) 1,894	18,267 (45) 2,709
4	-7,681 (47) 3,122	-11,643 (42) 3,837	25,265 (49) 2,187
5	-9,565 (46) 10,046	-11,636 (44) 2,771	30,723 (47) 2,910
6	-12,200 (50) 3,897	1,580 (50) 2,203	17,820 (50) 2,173
7	-27,063 (48) 3,903	-16,167 (40) 3,478	29,292 (48) 3,839
8	-44,033 (30) 3,691	-29,148 (27) 5,347	51,048 (21) 3,853
9	-37,895 (38) 4,046	-15,324 (37) 2,935	42,098 (41) 3,427
10	-36,250 (44) 12,327	-12,256 (39) 2,799	25,826 (46) 2,351
11	-41,724 (29) 2,999	-19,135 (29) 3,420	14,281 (32) 2,144
12	-33,700 (50) 2,597	-22,813 (48) 4,093	0,000 (50) 0,000
13	-68,460 (50) 3,489	-17,435 (48) 4,872	0,000 (50) 0,000
14	-53,694 (49) 4,709	-16,286 (49) 6,171	27,957 (47) 2,694
15	-28,220 (50) 3,665	-6,320 (50) 3,461	61,394 (33) 11,503
16	64,740 (50) 4,208	-6,040 (50) 2,718	0,000 (49) 0,000
17	-16,063 (48) 7,215	-7,217 (46) 2,632	48,200 (50) 3,494
18	46,714 (47) 4,992	-27,061 (49) 3,010	36,378 (45) 3,479

Erklärung:

Beispiel :

Meßpunkt 1, Koordinatensystem 1

x-Koordinate:

I	13,500 (44)
I	1,285

- 13,500 = Mittelwert der
x- Koordinate,
1,285 = mittlere Standard-
abweichung
(44) = Zahl der unter-
suchten Schädel

MITTLERE STANDARDABWEICHUNG DES KOORDINATENSYSTEMS I = 3,902

Die Berechnungen der Standardabweichungen (S) und der Mittelwerte (M) wurden für sämtliche 51 Schädelbasen durchgeführt.

MESSPUNKT	KOORDINATENSYSTEM 2		
	X	Y	Z
1	7,386 (44)	-2,477 (44)	12,727 (44)
	1,368	1,486	2,073
2	48,255 (47)	-57,283 (46)	0,000 (48)
	5,190	4,797	0,000
3	0,378 (45)	-14,867 (45)	18,267 (45)
	2,516	1,660	2,709
4	-13,894 (47)	-17,667 (42)	25,265 (49)
	3,239	3,905	2,187
5	-15,739 (46)	-17,659 (44)	30,723 (47)
	10,329	2,933	2,910
6	-16,340 (50)	-4,650 (50)	12,820 (50)
	3,596	2,735	2,173
7	-33,271 (48)	-22,208 (48)	29,292 (48)
	3,972	3,820	3,859
8	-50,067 (50)	-35,037 (27)	51,048 (21)
	3,823	5,502	3,853
9	-44,211 (38)	-21,139 (37)	42,078 (41)
	4,154	3,299	3,427
10	-42,346 (44)	-18,378 (39)	25,876 (46)
	12,559	3,189	2,351
11	-47,759 (29)	-24,138 (29)	14,281 (32)
	3,259	3,633	2,144
12	-29,890 (50)	-28,833 (48)	0,000 (50)
	2,855	4,378	0,000
13	-74,640 (50)	-23,436 (48)	0,000 (50)
	3,922	4,929	0,000
14	-59,878 (49)	-22,276 (49)	22,957 (47)
	5,098	6,361	2,694
15	-34,400 (40)	-12,300 (50)	41,304 (33)
	3,511	3,460	11,505
16	-58,560 (50)	-12,020 (50)	0,000 (49)
	3,791	2,861	0,000
17	-22,313 (48)	-13,326 (46)	48,200 (50)
	7,415	2,733	3,494
18	-40,592 (49)	-33,020 (49)	36,378 (45)
	4,822	2,750	3,479

MITTLERE STANDARDABWEICHUNG DES KOORDINATENSYSTEMS II = 3,979 mm

CALVARIUM NUMMER (cm.B.)	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	38	-	18	18	97	85	55	-	14	6	20
2	36	19	18	-	-	-	-	-	10	7	18
3	26	35	18	27	63	101	82	94	16	6	19
4	33	-	28	-	89	95	87	94	19	3	21
5	50	40	6	-	95	89	109	-	19	7	26
6	50	-	32	-	90	86	120	-	18	6	24
7	34	30	20	-	93	87	77	-	13	3	16
8	54	-	29	-	90	85	-	95	17	2	19
9	-	-	-	-	87	90	79	92	15	4	17
10	45	47	20	3	86	92	112	97	15	5	20
11	45	41	7	4	112	-	95	-	15	4	20
12	32	-	24	28	90	100	91	-	15	3	19
13	42	-	18	18	-	-	115	95	15	6	18
14	34	32	40	40	81	85	81	-	12	6	18
15	40	47	-	2	84	101	73	95	14	7	20
16	55	40	23	15	-	-	81	-	16	5	22
17	34	39	10	15	-	100	85	88	14	7	18
18	65	45	16	7	-	-	-	94	17	5	15
19	56	-	-	-	90	89	91	91	16	7	22
20	42	34	6	12	-	-	89	91	14	7	20
21	36	-	10	-	103	104	65	-	15	-	22
22	54	-	9	-	95	90	105	92	14	5	-
23	46	35	30	4	87	87	100	97	13	3	17
24	32	37	3	18	89	110	65	93	18	6	20
25	57	28	19	17	90	93	-	-	15	6	21
26	31	42	-6	-5	90	105	90	-	15	6	21
27	53	46	55	7	97	112	73	94	17	6	24
28	39	21	32	2	90	115	92	-	15	6	21
29	-	49	22	-	-	-	83	-	15	6	21
30	53	52	16	16	89	100	82	93	20	2	20
31	34	52	44	28	90	98	84	-	24	2	21
32	38	-	-	28	90	-	85	-	20	4	21
33	-	30	-	26	-	115	99	-	16	7	20
34	48	-	39	-	108	95	60	-	17	4	24
35	46	55	20	30	92	110	91	-	16	4	19
36	-	49	15	0	90	85	96	88	18	4	22
37	-	25	2	2	90	95	81	89	17	6	20
38	-	23	6	79	91	96	96	17	3	23	23
39	46	40	10	0	-	98	79	86	17	7	16
40	38	45	6	-2	89	130	69	106	17	7	24
41	41	47	7	7	-	95	115	-	18	7	25
42	38	52	-	6	-	-	86	107	18	6	25
43	33	30	20	6	-	-	110	-	18	3	22
44	31	12	15	15	87	94	81	83	15	3	19
45	-	56	23	-	-	98	75	91	16	5	19
46	42	-	25	17	-	-	-	-	18	4	24
47	-	22	3	3	85	-	102	92	20	3	24
48	33	-	-	-	-	-	97	90	16	5	21
49	37	57	16	12	100	94	71	-	16	4	20
50	36	50	27	3	92	105	77	91	15	3	18
51	42	-	-	-	92	-	115	-	15	3	18

BEDEUTUNG DER ABBEILDUNGEN:

- P = Längsachsenrichtung des Canalis opticus zur Ohr - Nasalebene (ONE)
- Q = Längsachsenverlauf des Canalis opticus zur Mediansagittalebene
- R = Längsachsenverlauf des Canalis rotundus zur Ohr - Nasalebene
- S = Längsachsenverlauf des Canalis rotundus zur Meilansagittalebene
- T = Richtung des Foramen spinosum zur ONE
- U = Richtung des Foramen ovale zur ONE
- V = Winkel zwischen der Verbindungslinie : Lingula petrosa - Fossa articularis und der Frankfurter Horizontale (FH) (im Röntgenbild sichtbarer Teil) - Fossa articularis und der Frankfurter Horizontalen
- X = Schüttwinkel von Frankfurter Horizontale und Ohr - Nasalebene
- Y = Schüttwinkel von Ohr und Boltonebene
- Z = Schüttwinkel der Boltonebene und der Frankfurter Horizontalen

Tabelle 4

Ergebnisse der Winkelmessungen

α = Längsachsenwinkel
zur ONE

β = Längsachsenwinkel
zur Mediansaggital-
ebene

- a) Schwankungen der Meßwerte
- b) Mittelwert
- c) Standardabweichung
- d) Mittlerer prozentualer
statistischer Fehler

canalis	a) - 31° - 56°
opticus	b) $41,3^{\circ}$
	c) $8,3^{\circ}$
	d) $0,2 \%$

a) 21° - 67°
b) 42°
c) 10°
d) $0,2 \%$

canalis	a) - 6° - 55°
rotundus	b) 20°
	c) $11,6^{\circ}$
	d) $0,58 \%$

a) - 5° - 28°
b) 11°
c) $9,6^{\circ}$
d) $0,87 \%$

foramen	a) 63° - 108°
ovale	b) 90°
	c) 8°
	d) $0,9 \%$

foramen	a) 85° - 130°
spinosum	b) 100°
	c) $10,4^{\circ}$
	d) $0,01 \%$

Schnittwinkel von	a) 15° - 25°
Boltonebene und Deutscher	b) 20°
Horizontalen	c) $2,6^{\circ}$
	d) 0,13 %

Schnittwinkel zwischen	a) 55° - 120°
der Verbindungslinie	b) 89°
Lingula petrosa-Fossa	c) $15,4^{\circ}$
mandibularis und der	d) $1,7$ %
Deutschen Horizontalen	

Schnittwinkel von	a) 10° - 20°
FH/ONE	b) 15°
	c) $2,25^{\circ}$
	d) 0,15 %

Schnittwinkel von	a) 2° - 7°
ONE/Boltonebene	b) $4,9^{\circ}$
	c) $1,5^{\circ}$
	d) 0,3 %

Frau Prof. Dr. Ch. Dingler danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, die herzliche Arbeitsatmosphäre, sowie die allzeit rasche und aufmunternde Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit. Herrn Prof. Dr. H. Frick bin ich für die großzügige Arbeitsmöglichkeit an seinem Institut und für die Übernahme des Correferats zu Dank verpflichtet. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. R. Krieg für manch wichtigen Ratschlag, sowie Herrn S. Nüssel und Herrn H. Ruß für die sorgfältige Ausführung der Zeichnungen. Herr Prof. Dr. F. Ascher hat mich bei der Auswahl der Literatur auf kieferorthopädischem Gebiet sachkundig und verständnisvoll unterstützt; ich danke ihm dafür ebenso herzlich wie seiner Assistentin Frau Dr. I. Janson für ihre Hilfeleistungen. Weiterhin hat mich Herr Prof. Dr. Dr. G. Ziegelmayr auf anthropologischem Gebiet unermüdlich beraten, wofür ihm auch hier nochmals besonders gedankt sei. Nicht zuletzt möchte ich Herrn Dr. W. Zedler und Herrn Prof. Dr. D. Schlegel für die Unterstützung bei der Erstellung der Röntgenaufnahmen, Herrn Dr. A. Hennig und Herrn cand. rer. nat. G. Lechle für die Beratung bei mathematischen Problemen und Herrn W. Feig für die technische Hilfe danken.

Lebenslauf

Am 4. Dezember 1946 wurde ich als erstes Kind des Vermessungsamtmannes Hans Seeholzer und seiner Ehefrau Margarethe, geb. Gschwandtner in Erding geboren. Mit 6 Jahren trat ich in die Volksschule ein. Später besuchte ich das Gymnasium in Erding, wobei mein besonderes Interesse den naturwissenschaftlichen Fächern galt. Das Abitur legte ich 1967 mit Erfolg ab. Im Wintersemester 1967 begann ich an der Universität München das Tiermedizinstudium. Nach einem Semester wechselte ich die Studienrichtung und begann das Studium der Zahnmedizin. Nach zwei Semestern unterzog ich mich der Naturwissenschaftlichen, nach drei weiteren Semestern der Zahnärztlichen Vorprüfung. 1971 verheiratete ich mich mit Fräulein Heide Messelem, 1972 war die Geburt unserer Tochter Christine. Im Sommer 1973 hoffe ich das Zahnärztliche Staatsexamen abzulegen.

